INTRODUCCIÓN A LA CUCHILLERÍA
(por forja y desbaste)

Autor: Ing. MARCELO SAN PEDRO



Con el maestro Don Miguel Gugliotta hace tiempo…

Dedico este libro a:

Mi esposa María Dolores, por su compañía y soporte.

Durante tantos años, sin ella muchas cosas

no habrían sido posibles.

Agradezco:

La revisión del Ing. Juan Carlos Buffelli quien ha dedicado gran esfuerzo a esta tarea aportando también importantes consejos para su claridad.

Las imágenes utilizadas de internet no indicaban propiedad intelectual.

Tabla de contenido

Introducción a la cuchillería.

Objetivo:

Este libro tiene por objeto dar una introducción a las técnicas y conocimientos para abordar la factura de cuchillos y otros elementos del mismo tipo como las dagas, hachas, machetes, etc., es solamente el comienzo para aquellos que quieran introducirse en este mundo de la realización de cuchillos, ***que quieren ser cuchilleros.***

Quien fabrica un cuchillo es llamado Cuchillero, término ambiguo ya que en los escritos de Jorge Luis Borges por ejemplo, se trataba de un hombre que peleaba a cuchillo sin embargo esto no se condice con la primera acepción de la palabra según la Real Academia Española de la Lengua, sumemos a esta la definición de cuchillo

Cuchillero (Rae).

(Del lat. *cultellarĭus*).

1. m. Fabricante o vendedor de cuchillos.

Cuchillo (Rae).

(Del lat. *cultellus*).

1. m. Instrumento para cortar formado por una hoja de metal de un corte solo y con mango.

Definición en nuestro medio de Cuchillero.

Hay una gran disputa respecto a quién se lo llama cuchillero, para mí "es la persona que es capaz de hacer una herramienta de corte con uno o dos filos partiendo de un trozo de acero o haciendo su propio acero (por ejemplo, los aceros damasco que luego describiremos)". Al decir herramienta de corte incluyo por ejemplo las hachas.

Difiero aquí con respecto a la RAE, ya que quien hace una daga que es un elemento de dos filos es también un cuchillero a todo efecto ya que no existe el término “daguero” pero si “espadero”.

Espadero.

1. m. Hombre que hace, guarnece o compone espadas, o que las vende.

Es interesante que el “guarnecer” una espada es vestirla:

Guarnecer.

(De *guarnir*).

1. tr. Poner guarnición a algo. *Guarnecer un traje, una espada, una caballería.*

2. tr. Colgar, vestir, adornar.

3. tr. Dotar, proveer, equipar.

Todo esto implica para mí que aquellos que hacen solamente encabados, lo que significa a una hoja de cuchillo ya realizada ponerle su cabo o mango, ya sea esto en madera, materiales sintéticos o metálicos como por ejemplo plata, alpaca, etc. no son cuchilleros sino estrictamente encabadores, plateros, etc.

Con lo arriba expuesto no se desmerece cada una de las especialidades como tal, sino que se busca encuadrar al térmico cuchillero en forma unívoca y precisa.

Ahora nos queda estudiar el tema de las espadas que son instrumentos de corte ya sea de uno o dos filos, dada la diferencia morfológica de dicho instrumento, así como su propósito (es un arma más que un instrumento de corte), a quienes las hacen los denomino “espaderos” y a aquellos que realizan espadas orientales japonesas “kataneros” como extensión a la famosa espada llamada Katana.

Hilando fino, un Tanto (puñal japonés), que luce con la punta de una Katana (espada tradicional japonesa) pero que es de un tercio de su longitud es un cuchillo y por tal puede ser hecho por un cuchillero.

Cabe destacar que la hechura de cuchillos es un arte milenario, ya en el antiguo testamento se habla de espadas y cuchillos, ambas herramientas de filo realizadas con metales, no podremos en este texto abarcar la historia ni métodos específicos.

Para terminar, notarán que no he incluido aquí a los cuchillos de piedra como los de obsidiana utilizados en culturas antiguas.

ANATOMÍA DEL CUCHILLO:

Hay muchos tipos de cuchillos y por ende tienen diferentes componentes pero en general podemos describir al cuchillo por los siguientes elementos

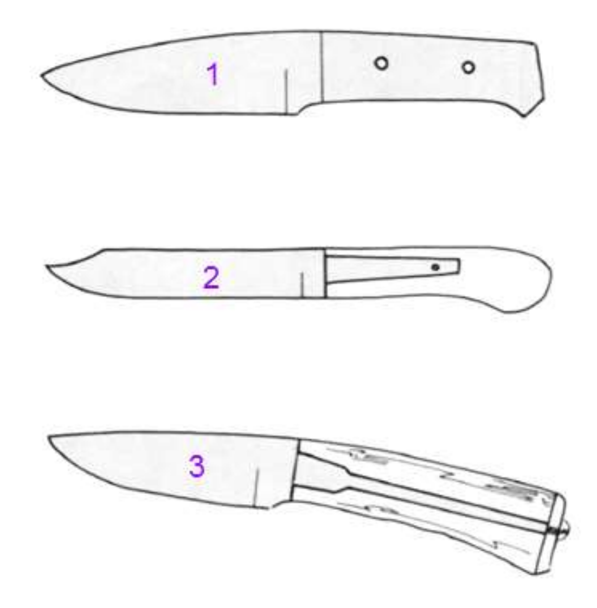


1. Punta
2. Hoja
3. Filo
4. Canto o lomo
5. Guarda manos (proporciona seguridad y confort)
6. Botón o Virola en este caso integrado a la hoja.
7. Cachas
8. Remaches (unen el mango a la espiga)
9. Espiga (prolongación de la hoja a lo largo de todo o parte del mango)
10. Talón (remate para dar mejor agarre al cuchillo dando un tope al deslizamiento hacia atrás de la mano)

TIPOS DE CUCHILLOS:

Clasificación por su espiga

Hay tres modelos básicos, que vemos en la siguiente figura:



1. El primero de arriba es de "espiga completa" o "full tang" como se lo denomina en inglés, el del centro es de espiga escondida y el de la derecha de espiga pasante. El full tang dispone de dos cachas laterales atravesadas por remaches o pasadores, esas cachas pueden ser de madera, plásticas como las de micarta o compuestos con fibras de vidrio o carbono, de huesos y materiales exóticos como maderas fosilizadas o huesos de mamut, ballena, elefante, vacunos, etc.
2. El cuchillo de espiga escondida puede o no tener un remache o pasador, en estos casos las espigas se fijan hoy en día al cabo por medio de resinas epoxídicas de dos componentes. Los materiales del cabo son los mismos que los indicados anteriormente pero el mismo está realizado de una pieza sólida (no por dos cachas) la cual se trabaja a la forma deseada.
3. El cuchillo de espiga pasante (de la derecha) remata en una pieza llamada pomo o tapón con un agujero por donde sale parte de la espiga que ha sido roscada y una tuerca ajusta al conjunto, o sea que es una variante del anterior.

Por su cantidad de material y sección importante en todo el recorrido del cuchillo los de espiga completa o full tang son los más resistentes a la flexión de la hoja así que su comportamiento mecánico a ese esfuerzo es destacable sobre los otros, aunque desde el punto de vista funcional para el corte los tres tienen igual desempeño.

Clasificación por los tipos de hojas de los cuchillos:

Algunos diseños de hojas para cuchillos fueron creados para propósitos específicos como desollar animales, mientras que otros tienden a ser más utilitarios para otros fines.

Existen infinidad de formas de hojas ya sea para cuchillos, sables, dagas, etcétera.

Aquí solamente incluyo las formas más comunes para cuchillos.

Clip Point

La hoja *Clip Point* es una de las más populares de uso en nuestros días. El filo (no afilado) en el lomo del cuchillo es recto desde el cabo y termina aproximadamente a mitad de la hoja. Después cambia de dirección y continúa hacia la punta del cuchillo. Esta "área recortada" puede ser recta o curvada y hace referencia al término "*clip*" (o sea de "punta recortada").
La hoja *Clip Point* es usada en muchas hojas de navaja de bolsillo y en cuchillos enterizos, especialmente en el tipo *Bowies*.

Ventajas del *Clip Point*.
• Muy filoso y con punta manejable.
• Bueno para perforar.
• Suficiente filo de corte ("*panza*") para rebanar.

Desventajas del *Clip Point*.
• Punta delgada y débil.





Drop Point

La hoja *Drop Point* es otra estupenda multi-propósito y también uno de los más populares diseños de uso en nuestros días. El filo del lomo (también sin filo) corre desde el cabo hasta la punta del cuchillo de forma ligeramente curveada y descendente. La hoja *Drop Point* es muy popular en cuchillos de caza debido a su punta controlable (para evitar cortes de órganos internos) y gran área para rebanar ("panza")

Ventajas del *Drop Point*.
• Punta fuerte, afilada y controlable.
• Gran filo de corte para rebanar.

Desventajas del *Drop Point*.
• La punta no es tan filosa como el *Clip Point*.
• Menos apta para perforar.





Tanto

La hoja *Tanto* tiene una punta elevada con afilado plano, destacando en una punta extremadamente fuerte. El filo frontal del cuchillo *Tanto* se une al lomo (sin filo) en un ángulo, más que en curva. La hoja *Tanto* no tiene "*panza*", la cual es sacrificada a cambio de una punta más fuerte. Así que no es útil como cuchillo utilitario. Sin embargo, su punta extremadamente fuerte le permite ser usada en difíciles situaciones en donde es necesario perforar materiales muy fuertes.

Ventajas del *Tanto*.
• Punta extremadamente fuerte.
• Ideal para perforar materiales duros.

Desventajas del *Tanto*.
• No cuenta con filo de corte ("panza") para rebanar.
• Difícil para controlar la punta.



Sheepfoot (pie de oveja)

La hoja *Sheepfoot* tiene un filo frontal recto y una espina del lomo que curvea hacia abajo y que se encuentra con el filo recto para formar una falsa punta. El principal propósito de la hoja *Sheepfoot* es para cortar y rebanar donde una punta no es requerida o necesitada y es la forma de hoja distintiva usada en los cuchillos de chef *santoku*. Debido a que la espina del lomo no está afilada, se puede sujetar con los dedos, dando un gran grado de control.

Ventajas del *Sheepfoot*.
• Muy adecuado para cortes limpios mientras se rebana.

• Muy controlable.
• No existe punta (evita que se clave accidentalmente).

Desventajas del *Sheepfoot*.
• No tiene punta.



Dagger / Needle Point (Daga / Punta de Aguja)

La *Needle Point* (también conocida como *Daga*), es una hoja de doble filo usada para apuñalar. Tiene dos bordes afilados que reducen el perfil y permiten al cuchillo cortar por ambos lados. Las Dagas son usadas principalmente para auto-defensa en situaciones de combate cercano.

Ventajas del *Needle Point o Daga*.
• Punta delgada y afilada que proporciona máxima penetración en blancos blandos.

Desventajas del *Needle Point*.
• Punta débil que puede romperse en blancos duros.
• No tiene filo cortante ("panza") para rebanar.





Push Dagger (Daga de empuje)

Esta es una hoja de doble filo usada para apuñalar principalmente en defensa personal, es robusta y corta generalmente de forma de hoja. Tiene los dos bordes afilados que reducen el perfil y permiten cortar por ambos lados. Hay de diversas longitudes desde 6 cm de hoja hasta 20 cm.

Ventajas del *Needle Point o Daga*.
• Punta delgada y afilada que proporciona máxima penetración en blancos blandos.
• Empuñadura muy fuerte, se aferra con la mano cerrada y entre los dedos.

Desventajas reducido largo de hoja:.
• Corto alcance, es para combate muy cercano.



Trailing Point

La hoja Trailing Point es ligera y tiene un borde en el lomo que recurva hacia arriba por encima del cabo. El *Trailing Point* cuenta con un área de corte larga y curveada ("panza") que mejora el corte en rebanadas y el desolle de animales. Es común en cuchillos para filetear o despellejar.

Ventajas del *Trailing Point*.

• "Panza" larga perfecta para rebanar ó desollar.
• Punta elevada fuera que no estorba en su manejo.

Desventajas del *Trailing Point*.
• Punta débil.



Gut Hook (Gancho Destripador)

El Gut Hook es un tipo especial de hoja en cuya espina un desbaste semi-circular afilado. Normalmente usado por los cazadores para desollar, el "gancho" es insertado en un corte pequeño en la parte inferior del animal y tirado como un cierre de relámpago de pantalón . El pequeño gancho abre el abdomen del animal sin rebanar dentro del músculo, posiblemente afectando la calidad de la carne.

Ventajas del *Gut Hook*.
• Fácil desolle de presas salvajes.
• "Panza" larga perfecta para rebanar ó desollar.
• Punta alta que no estorba.

Desventajas del *Gut Hook*.
• Dificultad para afilar el "gancho".





Ullu:

Este es el cuchillo típico de los esquimales, lo utilizan para todo tipo de tareas ya sea para desollar una foca, procesarla o picar haciendo movimientos ondulantes.





Cuchillos criollos:

CARACTERISTICAS	Facón	Daga	Puñal	Cuchilla	Caronero
Hoja/ Filos	De 4 a 6 mm (en general) con perfil en V puede tener contrafilo en la punta. Largos de 40 cms. o más	Delgada. Siempre tiene doble filo, que es su caracte rística distintiva. Largos de 30 a 40 cmso más.	Lanceolada. Un solo filo. Puede tener un chaflán o falso filo. Largos de 12 a 30 cms.	Ancha, lomo recto y filo curvo	Delgada. Doble filo o contrafilo en la punta. De 50 a 70 cm.
Defensa o guarda	Siempre posee guarda, con forma de travesaño, "Ese" o"U" invertida	Puede o no tenerla. Pueden tener las mismas formas de las del facón.	Tiene "botón " y nunca tiene guarda	No tiene. Se usa principalmente en cocina	Tiene gardas del tipo del facón
Origen de las hojas	De sables rotos o de bayonetas. De otros aceros duros forjados	De espadas rotas de las milicias. Aveces improvisadas o forjadas.	Hojas nacionales e importadas	Las antiguas importadas, luego forjadas nacionales	De espadas rotas (segmentos largos). También forjadas.
Cabos	Astas, maderas, alpaca, plata, algunos con apliques de oro	Como el facón.	De metal: alpaca, plata o trenzados en cuero.	Siempre de madera. Sencillos y con pasadores en la espiga (remachados)	Como el facón.

Hermosa daga realizada por el Sr Carlos Pedemonte cuchillero argentino, gran maestro y amigo.



Cuchillo criollo por Carlos Pedemonte hecho en acero damasco



Facón moderno realizado por Cristian Silva cuchillero argentino, gran artesano, el damasco realizado por el autor.



Facón tradicional

Realizado por el autor en acero damasco y encabado por el Anibal Belcastro-



Cuchilla criolla

Esta es la cuchilla tradicional de las cocinas argentinas, también las vemos en las carnicerías, su espesor no es importante, no más de 3mm ya que es un elemento de uso continuo y debe ser liviana. Hoy se las hace en Inoxidable y con mangos (no son cachas….) inyectados en plástico.



Cuchillos Japoneses

Los cuchillos japoneses tienen una muy larga tradición, para cada tipo de tarea se utiliza un cuchillo específico. Por otro lado, la particularidad fundamental es que tienen un solo bisel el cual queda del lado diestro de quien lo usa, bisel a la derecha para un diestro y lo opuesto para un zurdo.

Esto hace que sea el único tipo de cuchillo que es específico para la habilidad del usuario.

Deba: Cuchillo para desposte de pescados.



Yanagiba: corte de sashimi



Nakiri: para vegetales

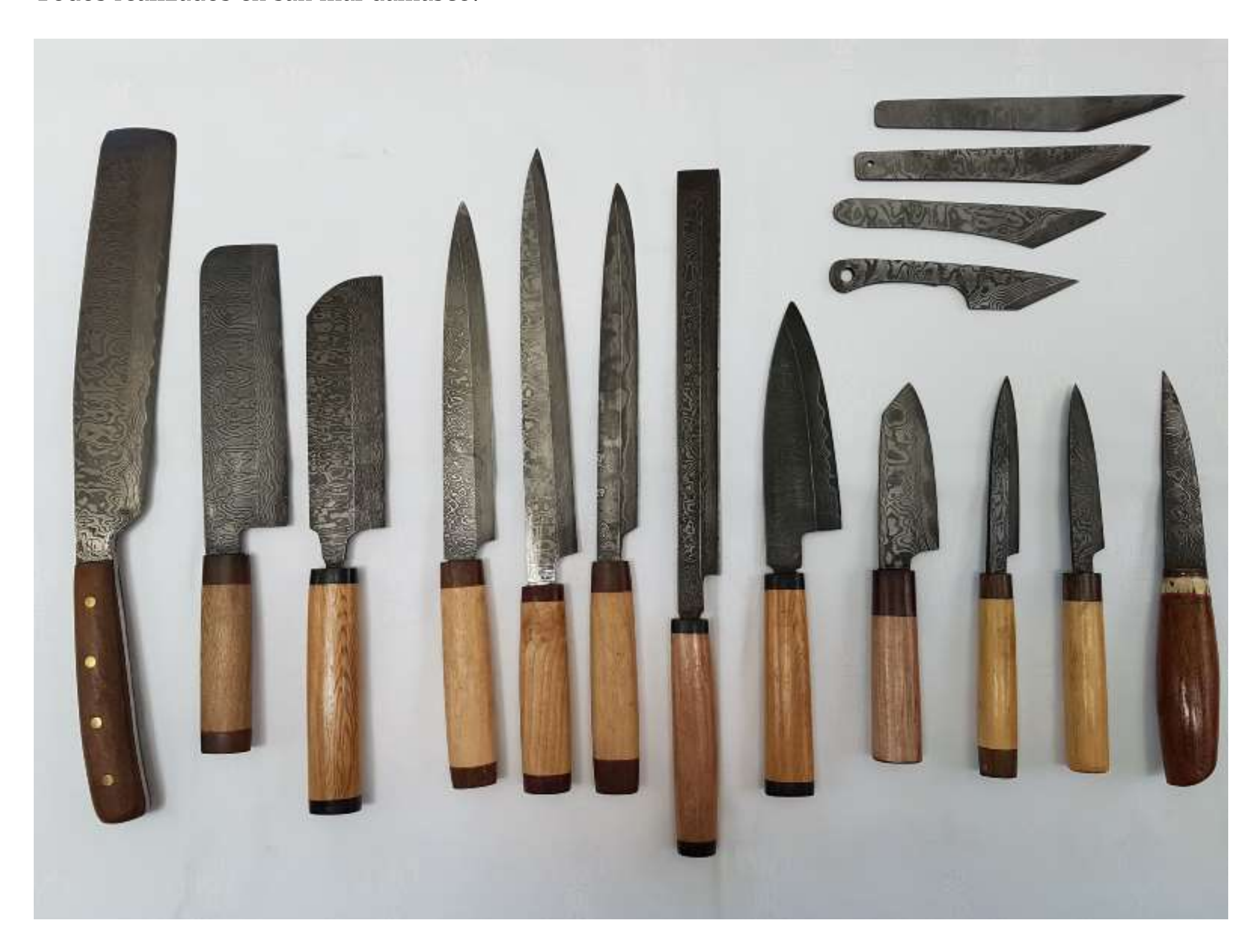


Santoku: Uso general



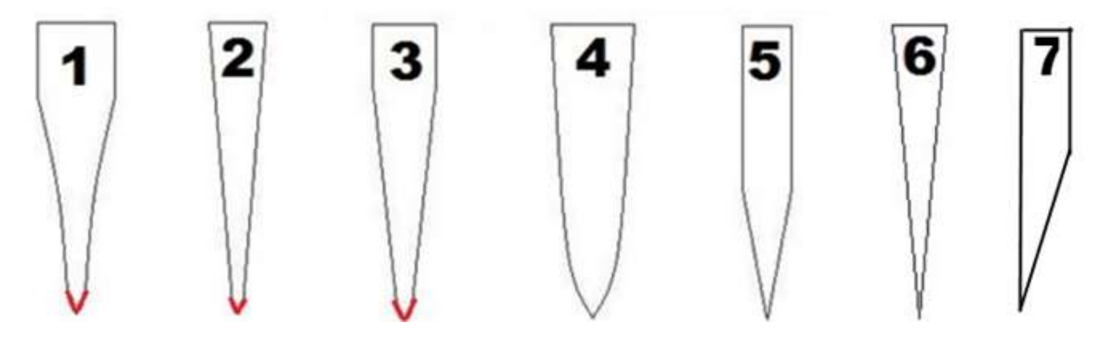
Cuchillos japoneses realizados por el autor (hay un Puuko que se infiltró en la foto)

Todos realizados en san mai damasco.



TIPOS DE FILOS DE LOS CUCHILLOS:

El tema sobre la geometría de los filos es muy controvertido en la cuchillería, a tal punto de que muchas personas son fanáticas de uno u otro, sin dudas ahí generalidades que son indiscutibles más allá de las geometrías tradicionales que deben ser respetadas por cuestiones históricas, así por ejemplo una espada japonesa tradicional debe guardar una geometría de filo acorde a esa arma. Veamos la siguiente figura y las explicaciones consecuentes:



1. Filo cóncavo
2. Filo plano
3. Filo plano parcial
4. Filo convexo
5. Filo escandinavo
6. Filo a cero
7. Filo tipo formón

Hay defensores de uno u otro tipo de biselado y filo, los cóncavos son más “cortadores” ya que hay menos material que haga resistencia a la entrada pero sin dudas es un perfil menos resistente a un esfuerzo lateral o a golpear con eficiencia un hueso duro por ejemplo, el filo recto es un intermedio y el convexo es un filo robusto que no penetra tanto como el cóncavo pero que soporta grandes esfuerzos, este último es utilizado en las hachas y machetes, este tipo de herramientas necesitan una gran resistencia para que no se produzcan desprendimientos en un filo muy fino.

Por ejemplo, un hacha siempre tendrá un filo convexo al igual que un machete, un cuchillo utilitario puede tener un perfil plano o parcialmente plano. El filo cóncavo es para picar o clavar y desgarrar por movimiento lateral luego del penetrado como por ejemplo cortar una rama o madero.

Si el cuchillo es pequeño no tendrá un filo convexo ya que por su funcionalidad estará siendo utilizado para tareas de corte puro por deslizado en el sentido de la hoja y no por golpes de picado.

El tipo formón o chisel en inglés es de un frente plano y bisel de un solo lado, este tipo de filo es el más utilizado en los cuchillos japoneses.

HERRAMIENTAS:

Las herramientas necesarias son pocas y económicas, aquí incluiremos más que las herramientas necesarias básicas, para dar un panorama más completo de todo lo que se dispone para la fabricación de cuchillos artesanales, las podemos calificar de las siguientes maneras:

Herramientas de corte.

Sierra de arco.

Éste es el elemento para cortar metales más barato y sencillo, sin dudas es indispensable en el taller sobre todo para hacer pequeños cortes, si necesitamos perfilar la figura de un cuchillo sobre un fleje rectangular hacerlo a mano con este tipo de Sierra conlleva un esfuerzo muy grande.



Amoladora de mano con disco de corte:

Esta herramienta desde mi punto de vista no puede faltar en el taller, puede utilizar tres tipos de discos, los de corte, los de desbaste y los de pulido estos últimos se denominan flap y son lijas superpuestas radialmente sobre el mismo disco.

Esta herramienta nos permite cortar los perfiles de un cuchillo dibujado sobre un fleje, hacer un desbaste grueso de los biseles e incluso con los discos flap llegar a tener pulidos de granos gruesos como el 80 hasta granos del 400. El tema es que no nos permite tener superficies perfectamente planas ya que por las altas revoluciones y por la forma de ataque del disco sobre la pieza se generan pequeñas ondulaciones. Con la práctica se puede avanzar muchísimo en el desbaste grueso de los biseles utilizando la amoladora.



Sierra sin fin para metales:

Esta herramienta no es de primera necesidad, lo bueno que tiene es que si la hoja es angosta permite cortar siluetas curvas en forma precisa cosa que no se puede realizar utilizando un Amoladora o una sierra de mano. También es muy útil con la hoja adecuada para cortar madera ya sea para hacer de un taco tablillas delgadas para las cachas e incluso luego cortar el perfil de las mismas adaptándolas al perfil del mango del cuchillo.



Caladora de mano:

Estas Caladora se usan principalmente para cortar madera, no son muy eficientes para el corte de metales gruesos como las pensamos por ejemplo para las hojas de los cuchillos, permiten con madera acercar el perfil de las cachas en una forma muy aproximada al mango del cuchillo.



Caladora de mesa:

Esta herramienta utiliza para realizar calados, la herramienta de corte es un hilo dentado, se comienza el trabajo realizando una perforación para que acceda luego el hilo que se montan el cabezal permitiendo ir desplazando la pieza cortando la forma deseada.



Serrucho de costilla para madera:

El serrucho de costilla se utiliza para realizar cortes más precisos que los que se pueden lograr con un serrucho sin ella, es importante que la cantidad de dientes por pulgada sea la adecuada, si el serrucho tiene pocos dientes por pulgada es decir que son muy grandes dificulta el corte y produce astillados en las maderas.



Herramientas de desbaste.

Limas

Las limas son de suma importancia en todo trabajo de desbaste o ajuste sobre metales, deben ser de buena calidad o se estropean muy fácilmente amén de hacernos desgastar con pobras resultados y mayor esfuerzo, hay que usar cada tipo de lima para el trabajo determinado, no podemos usar una escofina para madera en hierro.

Su aspecto es rústico, no por eso no merecen un cuidado especial:

- Uso acorde para cada material
- No arrumbarlas unas sobre otras, pierden filo los dientes
- No utilizarlas para hacer palanca
- No golpearlas para sacar el material desbastado entre dientes
- No dejarlas en lugares donde se herrumbren

Clasificación por el número de dientes:

Cuanto más tientes tenga una lima será "más fina" y al contrario pocos dientes la hará "más gruesa"

Grado de corte	Designación	Número dientes/cm²	Características
	Extrafinas	+ 16 dientes	Arranque de material inferior a 0,2 mm (acabado de superficies)
	Finas	16 dientes	
	Semi-finas	12 dientes	Arranque de material: entre 0,5 y 0,2 mm. (alisar o preparar una superficie)
	Bastas	8 dientes	Arranque de material superior a 0,5 mm (comienzo del proceso de limado)
	Ásperas	6 dientes	

Clasificación por su forma:



Limas de matricero:

Son limas pequeñas para hacer ajustes y trabajos delicados, por ejemplo las utilizamos para ajustar guardas que deben pasar por una espiga escondida. Son de gran cantidad de dientes y corte muy fino.



Amoladora de banco

Esta herramienta es sumamente útil y no muy cara, en la foto la vemos con dos piedras de diferente grano, pero es posible poner en lugar de una de ellas diferentes tipos de paños de pulir ya sea de tela cocida o de telas sueltas, caso se utilizan con pastas de diferentes granos para pulir tanto las hojas como maderas o huesos de los cabos.



Poleas expansivas para amoladora de banco:

Las amoladoras de banco generalmente se utilizan con dos piedras una fina y una grueza, el problema de las piedras es que tienen un desbaste muy grueso, para evitar ese problema podemos utilizar en lugar de una de las piedras una polea expansiva, este elemento puede recibir lijas en forma de banda adecuadas al diámetro y ancho de cada una que estemos utilizando, pudiendo disponer de una cantidad de granos muy grande desde los gruesos como el 40 hasta granos muy finos como el 600. Si no disponemos de una lijadora con frentes planos y poleas de contacto este tipo de solución es económica y funciona muy bien para comenzar.

Las poleas vienen de diferentes diámetros y anchos tenemos que tener en cuenta la potencia del motor para ver cuál de ellas podemos utilizar, pero generalmente en un motor de un HP podemos colocar poleas de hasta 20 cm de diámetro.



Lijadora de banda de hobbista:

Estas lijadoras no son de uso profesional las cuales en nuestro medio usan bandas de 2 m por 7.5 cm de ancho. Cuando compramos una lijadora de este tipo debemos tener en cuenta que se encuentre disponible en el mercado la banda que utiliza y en los granos que nosotros necesitaremos para cuchillería. Disponen de un plato de frenteo el cual permite realizar pulidos o desbastes perpendiculares lo cual es muy útil por ejemplo para realizar las cachas de los cabos.



Lijadoras profesionales:

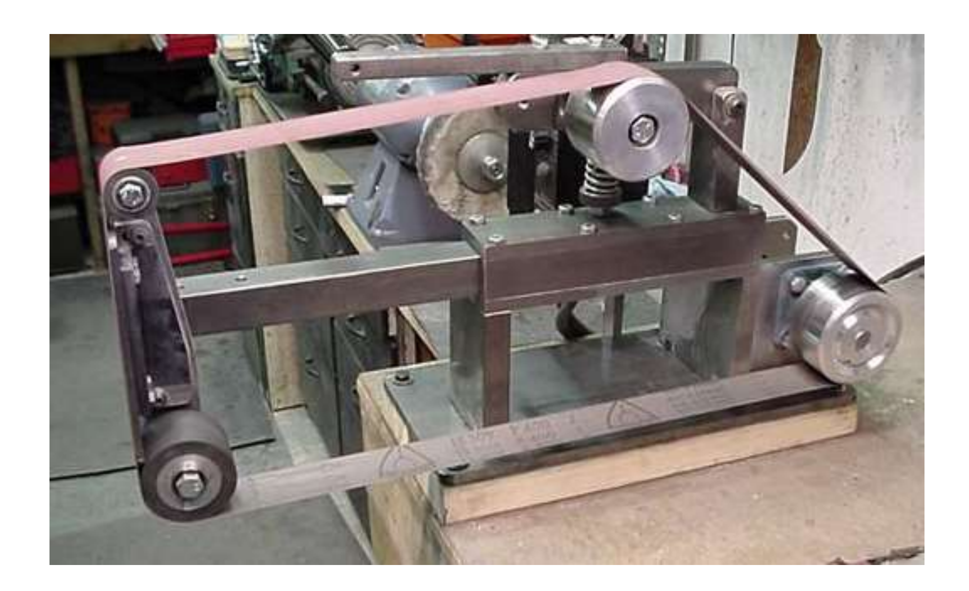
Las lijadoras profesionales son muy variadas en su fabricación, las hay desde las muy sencillas con sólo un plano vertical de trabajo hasta las máquinas con carrusel que permiten sin tener que cambiar dispositivos tener ya sea planos de trabajo, así como poleas engomadas para la realización de bisel es cóncavos.

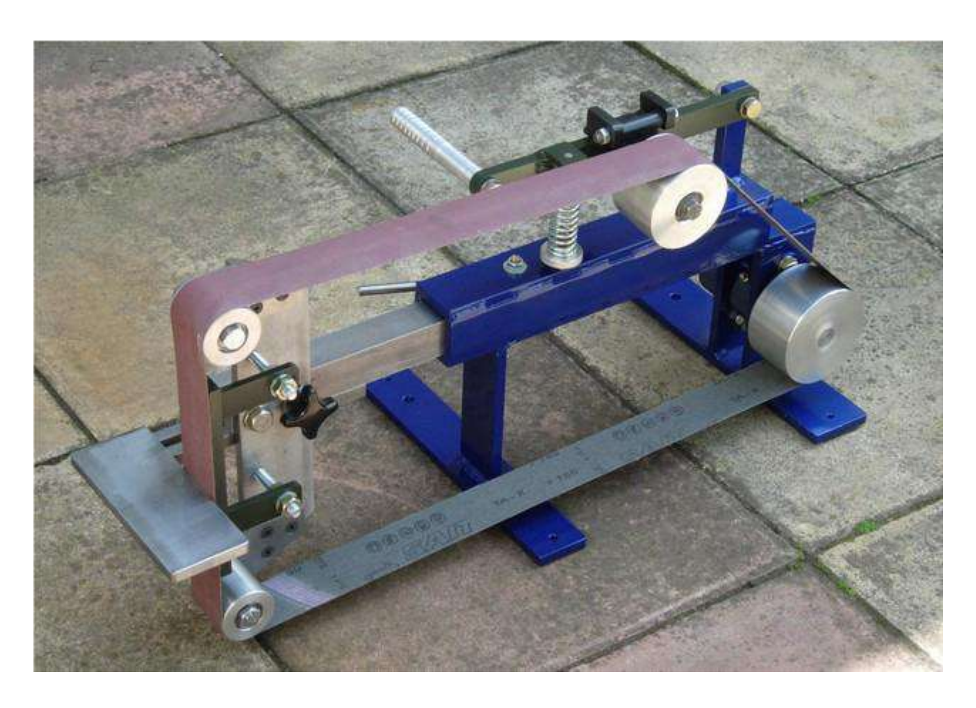
Generalmente se debe tener una potencia de dos HP o más siendo muy útil tener variadores de velocidad.

Mostramos en las fotos siguientes algunos modelos de estos dispositivos:

Lijadoras de plano vertical:

Las lijadoras son un elemento fundamental si es que pensamos hacer cuchillos, aunque sea como hobby con buenos planos en biseles y planitud en el largo de la hoja. También sirven en una forma muy efectiva para ajustar los contornos del cuchillo a la forma definitiva, disponen de diferentes radios que nos permiten hacer perfiles circulares perfectos, como he dicho es una herramienta fundamental para tener en el taller.

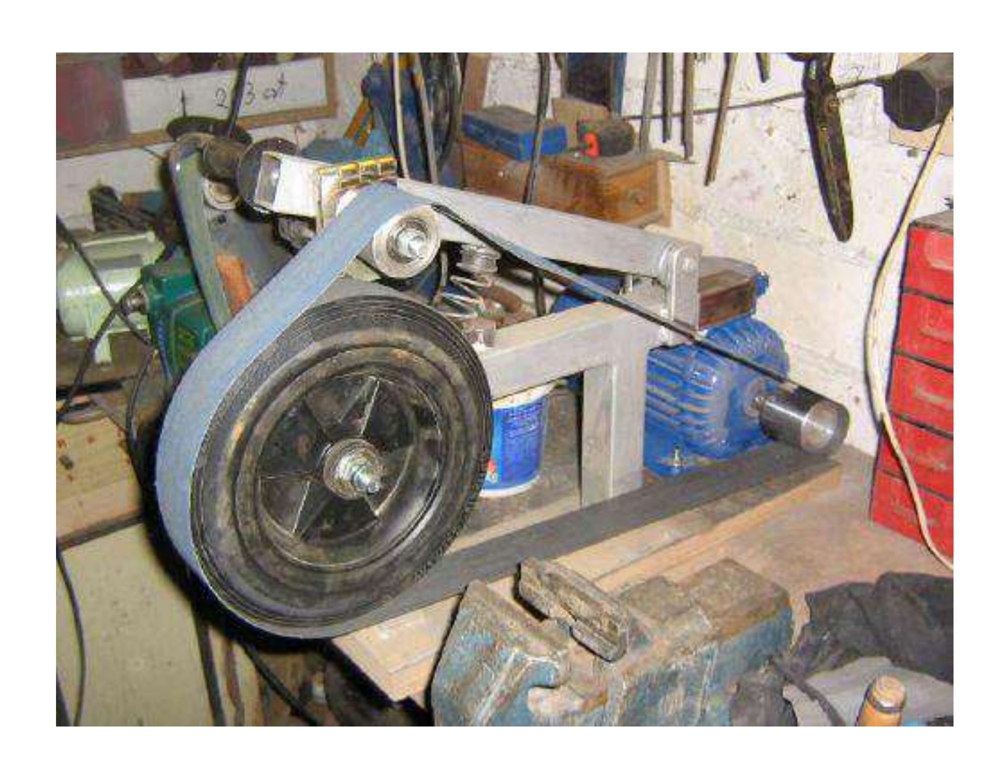






Lijadora de Polea:

estas lijadoras se usan para ser biseles cóncavos, la polea de desbaste o sea la frontal puede tener diversos diámetros, se utilizan desde los 10 mm (en este caso son ejes engomados) hasta poleas como la que vemos en la figura de abajo de 35 cm de diámetro. Al usar estas lijadoras debemos tener en cuenta que según el espesor de la hoja y el diámetro de la polea se puede llegar sólo hasta una altura de bisel ya que luego el filo llega a cero y no hay más material.



Lijadoras de carrusel:

Esta lijadora es la que yo uso, fue diseñada por el Ing. Caponelli quien también las construye, es una máquina excelente con variador de velocidad, mesa de apoyo, etc., El carrusel gira y se pasa de un plano a una polea sin sacar las lijas.



Aquí en un taller de un artesano.



Biseladora:

La biseladora es una herramienta utilizada para ejecutar dos biseles cóncavos en forma

simultánea, las piedras giran en el sentido de expulsar la pieza para que ésta no sea atrapada en el movimiento, la hoja se introduce verticalmente y ambas piedras atacan por las dos caras desgastando la misma en forma uniforme y centrando el filo.

Esta también ha sido diseñada y construida por el Ing. Caponelli.



Las piezas se calientan mucho por la característica de las piedras y por atacar ambos lados, hay que enfriar con agua la hoja durante el trabajo.

Martillos:

Maza:

Las hay de los más variados pesos desde las menores a 1 Kg hasta las que llegan con mango largo a los 8 Kg, se utilizan para la forja solamente, en la hechura de cuchillos por desbaste no tiene utilidad.



Martillo bolita:

Hay de los más variados pesos y menores a 1 kg. La bolita es útil por ejemplo para expandir las cabezas de remaches en las cachas donde buscamos hacer forma de hongo.



Martillo de pena:

El martillo de penas utiliza para forjar piezas donde por ejemplo tenemos que estirar el material, esto se realiza con la punta más delgada llamada pena. Una de las tareas de estirado más comunes es en el cuchillo criollo con botón el estirar el gavilán.



Martillo de carpintero:

El martillo de carpintero se utiliza tanto para clavar como para renovar los clavos existentes haciendo palanca entre los cuernos que dispone en uno de sus extremos.



Piqueta de escoria:

Este martillo que dispone de una punta piramidal y de otra plana se utiliza para remover la escoria que queda luego de realizar una soldadura con máquina eléctrica, la escoria es el residuo que queda del electrodo en la superficie del cordón y debe ser removida, para esto utilizamos la piqueta de escoria.



Martillos de forja japoneses:

Son realmente muy buenos para forjar, como se puede ver el eje del cabo está desplazado a un tercio de la cabeza del martillo, los occidentales siempre están al medio.

Estos martillos no se consiguen en el país, así que tuve que forjarlos. Están realizados en acero 5160, perforados en caliente, templados en aceite.





Perforado:

Máquina de agujerear de mano:

Es una herramienta imprescindible en nuestro taller, las hay con función de martillo (gira y golpea) que se usan para agujerear en mampostería. En lo nuestro solo usamos la perforadora sin golpe.

Es importante que tenga una potencia adecuada, aquí por ejemplo vemos un equipo barato y de marca no reconocida.



Comparemos con una máquina no muy cara y de excelente calidad



Máquina de agujerear de banco:

Esta agujereadora nos permite hacer trabajos más precisos y cómodamente, se le puede agregar una morsa para sujetar las piezas.

La velocidad de la mecha se cambia por un sistema de polea y correa en la parte superior, es muy fácil de hacerlo.

Hay equipos baratos y otros de mayor costo. Un equipo como el siguiente es suficiente



Mechas y brocas:

Mechas para metal:

Es importante la calidad de las mechas, el precio varía mucho con la calidad. Las hay de diferentes materiales, en la próxima imagen vemos desde arriba hacia debajo de las más baratas a las mejores por el material que las componen.



Mechas para acero, mampostería y madera:

Disponen de una punta muy útil para comenzar el agujero en forma muy precisa y cómoda. Las usamos para perforar los tacos de madera para los cuchillos con espiga escondida.

Las mechas para mampostería y hormigón tienen en la punta insertos de metal duro y generalmente se usan más efectivamente con máquinas roto percutoras.

Veamos la diferencia entre las mechas según sus usos en la siguiente figura.



Elementos de Unión por soldado

Soldadora eléctrica:

Utiliza los conocidos electrodos revestidos y es muy útil en el taller.

Soldadora eléctrica convencional (corriente alterna):

La calidad de estos equipos es excelente, superada sólo por muy buenos equipos de soldadoras Inverter.

Son más fáciles de reparar y menos costosas.

Se pueden conseguir equipos con muchos años de uso y trabajando perfectamente.



Soldadora eléctrica Inverter (corriente continua):

Son equipos fáciles de transportar (los hay desde 3 Kg).

Una gran cantidad de posibilidades a la hora de soldar (TIG, MIG/MAG, MMA

Menor consumo eléctrico.

Soldadura con mayor precisión y mejor estética de cordón.

Ciclos de trabajo más eficientes. Esto significa que podemos soldar más tiempo de manera precisa y no hay que esperar cuando el equipo por protección se detiene hasta estar en condiciones de operar de nuevo.

El arranque o inicio del arco se hace de manera muy rápida casi inmediata.

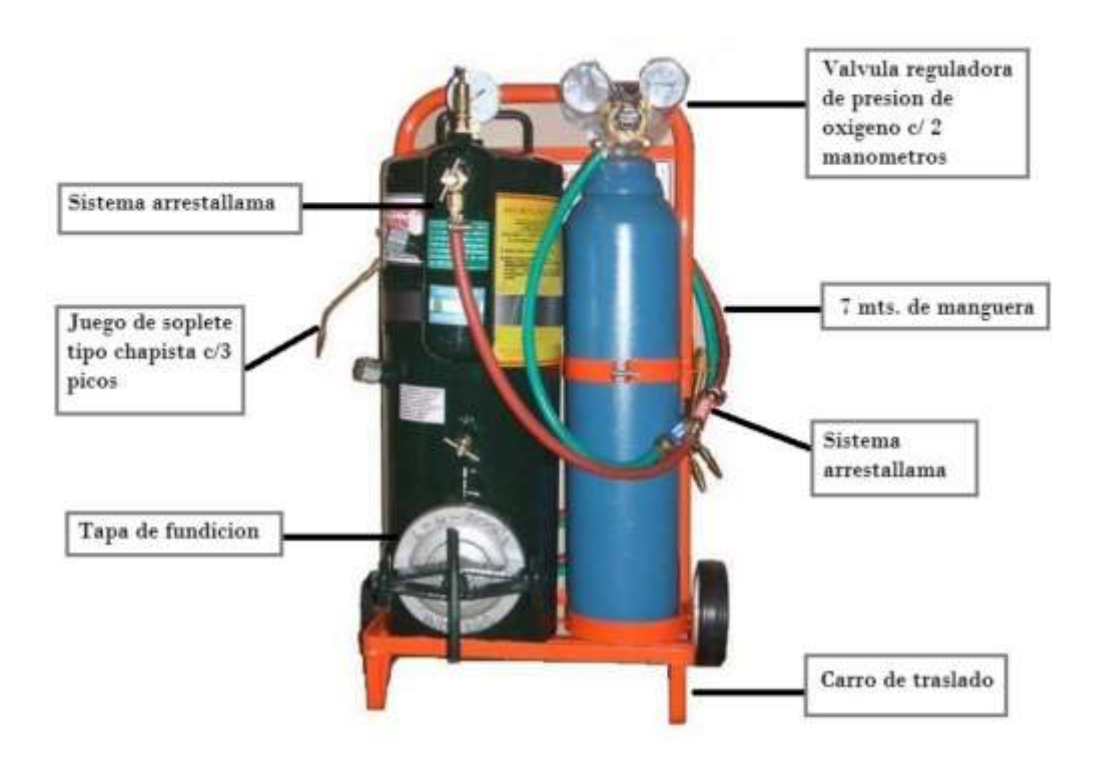


Soldadora autógena:

La Soldadura Autógena es un tipo de soldadura por fusión conocida también como soldadura oxi-combustible u oxiacetilénica.

La soldadura oxiacetilénica es la forma más difundida de soldadura autógena.

En este tipo de soldadura, la combustión se realiza por la mezcla de acetileno y oxígeno que arden a la salida de una boquilla (soplete). Las temperaturas son extremadamente altas hasta 3500 C°



Soldadora oxigas:

Utiliza un tubo de oxígeno y garrafa de gas butano, el mismo que se usa domiciliariamente. Para nuestro taller una garrafa de 3 o 10 kg y un tubo de ½ m3 ó 1 m3 es más que suficiente para las tareas de nuestro taller.

Vamos a ver su uso por ejemplo en el temple diferencial donde calentamos solo una parte de las hojas a templar.



ELEMENTOS DE SEGURIDAD:

La herrería es una actividad que tiene riesgos de varios tipos, debemos tener en cuenta que trabajamos con muy altas temperaturas, elementos de corte, máquinas herramienta preparadas para trabajar el acero y todos los elementos graciosos y polvos que se desprenden durante el proceso.

A esto hay que sumar los efectos músculo esqueléticos, son aquellos daños que se producen por estar trabajando en forma reiterativa y continua con martillos, elementos pesados, etc. Así es que vemos por ejemplo que el mal uso del martillo sobre el yunque puede producir lesiones de codo y de muñeca.

Por lo antedicho veremos algunos elementos básicos de seguridad los cuales son indispensables de tener en nuestro taller:

Protección del cuerpo:

Para proteger el cuerpo del Herrero se utilizan unos sencillos delantales de cuero de descarne, los mismos tienen una cinta para colgar los del cuello y dos prolongaciones a nivel de la cintura para ser atados a la espalda, estos delantales son importantes ya que por ejemplo las chispas del amolado de piezas o un contacto repentino con una pieza alta temperatura protege nuestro cuerpo que sólo está cubierto por una camisa o una prenda liviana.



Protección de vías aéreas:

Máscara para la protección de polvos, en la herrería si bien aparecen vapores lo más común es la existencia de polvos finos que surgen del amolado y el lijado durante el desbaste de las hojas de cuchillos, los vapores se producen por ejemplo durante el momento del temple cuando ponemos una hoja al rojo vivo dentro de un baño de aceite,

este tipo de gases como los vapores de aceite no son tóxicos salvo que sean muy profusos, pero hay que tener cuidado ya que cuando se alcanza una concentración alta se prenden fuego.

Las máscaras que tenemos que utilizar en herrería por lo tanto están basadas en el retener partículas sólidas y no vapores químicos.

Existe una cantidad enorme de diferentes máscaras de protección, desde las más económicas de fieltro hasta equipos con filtros de cambiables y para diferentes fines, debemos al menos utilizar una máscara económica de fieltro cuando estamos expuestos a polvos metálicos por el desbaste.

Aquí podemos ver algunos tipos de máscaras.

Máscara económica de fieltro.



Mascara con filtros intercambiables



Protección de ojos:

Los ojos están muy expuestos a ser impactados por esquirlas y polvos siempre que estamos

utilizando herramientas de corte o herramientas de desbaste, hay que tener en cuenta que las partículas que se forman no solamente son peligrosas por su tamaño sino también por su temperatura cuando por ejemplo son chispas que emanan de un disco de desbaste de amoladora.

Un problema con los polvos o partículas metálicas en los ojos es que producen óxido lo cual lleva a tener que remover parte de la superficie del ojo con pequeñas agujas para que el óxido no siga propagándose en el tejido. Es muy importante ir a un oftalmólogo si sentimos una partícula en uno de nuestros ojos, no hay que dejar pasar tiempo ya que si es de tipo metálico producirá oxidación y si es de otro tipo complicaciones como infecciones.

Las partículas en herrería generalmente tienen formas alargadas producto del ataque de piedras o bandas de lijado, eso hace que se claven en el tejido y que sean de difícil remoción, en muchos casos el tratar de removerlas en casa produce más año que soluciones. Si no se saca fácilmente por estar clavada ir al oftalmólogo!!!

Para proteger nuestros ojos tenemos desde sencillos anteojos de protección industrial hasta las antiparras totalmente cerradas.

De usar anteojos los mismos deben cubrir no solamente la parte frontal de nuestra visión, sino también los laterales ya que las partículas se mueven muy rápidamente y en forma aleatoria pudiendo entrar al ojo por el espacio que queda entre los anteojos y nuestra cara si es que éste no está protegido.

Anteojos:

Como verán en la foto los anteojos tienen protección lateral, esto es muy útil sobre todo cuando utilizamos herramientas de corte o de desbaste como la amoladora, las chispas pueden entrar lateralmente incrustarse en los ojos. En el caso de que una esquirla por más pequeña que sea y sólo nos de una molestia debemos ir a un oftalmólogo inmediatamente, los materiales que utilizamos se oxidan y producen úlceras en la superficie del ojo, si sentimos molestias debemos ir a un especialista, muchas veces la pequeña esquirla está sobre un lugar oscuro y no podemos verlas produciendo las ulceraciones que antes mencionada y aún infecciones peligrosas.

Para los que forjan en caliente se pueden utilizar también anteojos to tonalizados de color amarillo que filtran los rayos infrarrojos que emanan de la fragua agregando una protección más a los ojos.



Antiparras:



Máscara de cara completa: esta es una solución excelente para aquellos que utilizamos anteojos por presbicia o miopía ya que podemos utilizar los mismos debajo de la máscara, con las antiparras y los anteojos antes mostrados no existe suficiente lugar para poner nuestros anteojos cómodamente dentro de ellos.



Másacara mixta cara y partículas:

Esta máscara de doble propósito es excelente ya que nos protege no solamente de las partículas que puedan ir a nuestros ojos sino que filtran los polvos que se producen durante los desbaste si cortes.



Máscara de soldador:

Esta máscaras muy importante ya que durante el proceso de soldadura eléctrica se produce un arco que genera una luz muy intensa y con fuertes componentes dañinos para nuestros ojos, siempre que realicemos soldadura este tipo debemos utilizar la máscara correspondiente.

Hoy en día se dispone de máscaras que pueden graduar la sensibilidad del enmascaramiento, es decir que permiten aclarar u oscurecer la visión dependiendo del tamaño del electrodo que estemos utilizando, esto es muy práctico ya que nos permite ver mejor cuando utilizamos electrodos pequeños que generan menos luz atenuando el filtrado de la máscara.

El ajuste se hace por una perilla lateral que permite aumentar o bajar la protección la cual se activa por medio de celdas del tipo solar que activan a la máscara cuando se produce el arco.

Mascara común:

Ya casi se han dejado de usar por la baja de costos y comodidad de las máscaras activas (ver abajo). La graduación de los cristales se hace por el cambio de los mismos, son muy económicas.



Máscara activa de intensidad graduable:

Estas máscaras regulan la intensidad de oscurecimiento, se oscurecen cuando el arco se activa lo que es muy cómodo ya que tenemos una visión más clara para posicionar el electrodo y cuando comienza el arco se oscurece.



Protección de las manos:

Respecto de los guantes para protección de manos podemos dividirlos en tres tipos básicos.

Protección mecánica, generalmente realizados en cueros livianos o en telas gruesas con resistencia mecánica, esto guantes son buenos solamente para evitar cortaduras, pero no nos protegen de elementos químicos como ácidos ni de piezas con alta temperatura.

Ejemplo de guantes de cuero liviano:



Guantes de fibra con grip de goma:

Estos guantes con para realizar tareas donde las piezas no estén calientes.



Guantes para protección térmica (para forjar o soldar):

Aquí existe una variedad muy grande de guantes para trabajar con piezas calientes, desde los de cuero que utilizan los soldadores hasta guantes especiales de kevlar. A mi punto de vista un buen par de guantes de soldador hechos en cuero son suficiente protección para los trabajos herrería.

Guantes de cuero:

Los hay de todas las calidades, hay que buscar buenos, que no parezcan de cartón y que sean cómodos, ni apretados ni demasiado holgados que no se pueda cerrar la mano.



Guantes de kevlar:

Son muy buenos para soldar y forjar, livianos y flexibles pero caros.



Protección química

En herrería de cuchillos por ejemplo cuando hacemos aceros damascos con láminas finas que se encuentran oxidadas se utilizan ácidos decapantes como por ejemplo ácido nítrico el cual es extremadamente corrosivo ya que coagula las proteínas de nuestra piel muy rápidamente, no hace falta destacar lo que una salpicadura de acero puede producir en la vista por lo tanto cuando se utilizan guantes de protección química eso nos dice que estaremos trabajando casi con seguridad con elementos que pueden salpicar y por lo tanto hay que acompañar su uso con antiparras o anteojos de seguridad industrial.

Los guantes de protección química están realizados en materiales sintéticos del tipo goma, PVC, etc. Debemos tener mucho cuidado de utilizar esto guantes solamente para los fines para los cuales fueron desarrollados, nunca debemos cometer la equivocación de tomar una pieza a alta temperatura con esto guantes ya que terminarán pegados entre la pieza el plástico y nuestra piel en un solo conjunto sin dudas doloroso y peligroso.



Protección auditiva.

Cuando trabajamos con herramientas eléctricas principalmente las de corte y desbaste se produce un nivel de ruidos que es nocivo para nuestro aparato auditivo, es por eso que debemos utilizar protecciones a tales fines.

Existen una variedad muy grande de protectores, desde los tapones intra canal auditivo hasta los oídos.

Tapones de espuma



Auriculares:

Supresor de ruido que tienen un alto grado de eficiencia y es importante usarlo sobre todo con herramientas como la amoladora y la sensitiva que tienen altos volúmenes en operación.



Elementos de sujeción, morsas:

Morsa común y con base giratoria.

Hay de diferentes tamaños y se designan generalmente por números, a mayor número mayor tamaño, la siguiente es de industria nacional.



Morsa sin rotación y con yunque

No es para forjado sino para tener un yunque liviano solamente, es solamente utilizable para golpear pequeñas piezas no es un yunque de forja, es un elemento utilitario rígido para por ejemplo enderezar o aplanar piezas muy delgadas como alambres o chapas. Bajo ningún concepto podemos utilizar esto Yunques para forjar.



Morsa y banco de herrero:

Es una morsa pesada y rústica, no es una morsa de precisión como se puede observar, es para

trabajar piezas de herrería, muchas veces al rojo vivo, para sostener piezas grandes durante el soldado, las aperturas entre mordazas el grande llegando a los 20 cm o más.





Morsa para lijado de cabos y hojas:

Tiene la particularidad de poder girar la pieza en ángulo vertical y horizontal, las maderas de las mordazas interiores son para no dañar la hoja con la sujeción. Esta es una herramienta de fijación muy útil y hay muchos diseños.



Aquí vemos el despiece, es de muy fácil construcción.



El uso de la morsa para la terminación de un cabo.



Abrasivos Tabla de tamaños de grano de lijas:

Es fundamental el uso de abrasivos en la confección de cuchillos, debemos conocer su uso específico ya que usaremos para metales y maderas.

El tema de los "granos" es un tanto confuso y depende de cada norma, en general podemos decir que a menor número más grueso es el grano, digo en general porque para algunas lijas especiales no es así.

Materiales utilizados para las partículas abrasivas:

- **Granate**: usado comúnmente en carpintería
- **Esmeril**: usado en pulido de metales
- **Óxido de aluminio**: el material más común en la mayoría de los granos de lija disponibles, el de costo más bajo y puede ser usado en metal o madera
- **Carburo de Silicio**: disponible desde granos muy gruesos hasta los microgramos, de uso común en aplicaciones húmedas.
- **Alúmina-Circonio**: (una aleación de óxido de aluminio y óxido de circonio), usada para maquinaria pesada.
- **Óxido de cromo (III)**: usado en granos extremadamente finos a nivel de micrómetros.
- **Óxido de aluminio cerámico**: usado en aplicaciones de alta presión con abrasivos recubiertos o aglomerados.

El papel de lija puede ser "estearado" donde un lubricante seco se añade al abrasivo. Las lijas "estearadas" son útiles en el acabado de superficies y pinturas ya que el "estearato" actúa como un jabón que suaviza la adherencia e incrementa la vida útil del material de lijado.

La lija de banda más usada en Argentina es la de 75 mm x 2000 mm como la que vemos a continuación



Comparativa de normas de abrasivos:

A continuación vemos una tabla comparativa de los tamaños por normas diferentes, noten que hasta el grano 240 ISO/FEPA y CAMI son prácticamente iguales, luego ya hay mucha diferencia:

	Designación ISO/FEPA	**Designación CAMI**	**Diámetro promedio de partículas (µm)**
MACROGRANOS			
Extra Gruesa (Remoción muy rápida de material)	P12		1815
	P16		1324
	P20		1000
	P24		764
		24	708
	P30		642
		30	632
		36	530
	P36		538
Gruesa (Remoción rápida de material)	P40	40	425
		50	348
	P50		336
Media (Lijado de madera en preparación para su acabado, para remoción suave de barniz. Es la que se usa en las patinetas para adherencia del calzado.)		60	265
	P60		269
	P80		201
		80	190
Fina (Lijado de madera en preparación para su acabado. No se recomienda para remover barniz o pintura en madera, usar para limpiar manchas de agua en madera)	P100		162
		100	140
	P120		125
		120	115
Muy fina (Lijado de madera)	P150		100
		150	92
	P180	180	82
	P220	220	68
MICROGRANOS			
Muy Fina (lijado de acabado entre capas)	P240		58.5
		240	53.0
	P280		52.2
	P320		46.2

	P360		40.5
Extra fina (para iniciar la pulitura de madera)		320	36.0
	P400		35.0
	P500		30.2
		360	28.0
	P600		25.8
			21.8
	P800		
		500	20.0
	P1000		18.3
		600	16.0
	P1200		15.3
	P1500	800	12.6
Ultra fina (Lijado final y pulitura de superficies brillantes, es la utilizada para pulir superficies de plástico o materiales sintéticos y generalmente está disponible en tiendas de accesorios para vehículos)	P2000	1000	10.3
	P2500		8.4

Bandas para mini torno Tipo Dremel:



Lijas para poleas expansivas:

Hay que tener en cuenta en forma taxativa el ancho y el diámetro de la polea que tenemos ya que la banda debe cubrir la superficie y tener el diámetro justo para ajustarse a la polea.



Protección contra incendios:

Este es un tema fundamental a tener en cuenta en nuestro talle, sobre todo si hacemos forja, se usan elementos inflamables como los aceites de temple, etc.

Clases de Fuego:

Clase A:

Fuego de materiales combustibles sólidos (madera, tejidos, papel, goma, etc.). Para su extinción requieren de enfriamiento, o sea se elimina el componente temperatura. El agua es la sustancia extintora ideal. Se usan matafuegos Clase A, ABC o espuma química.

Clase B:

Fuego de líquidos combustibles (pinturas, grasas, solventes, naftas, etc.) o gases. Se apagan eliminando el aire o interrumpiendo la reacción en cadena. Se usan matafuegos BC, ABC, AFFF (espuma química).

Clase C:

Fuego de equipos eléctricos de baja tensión. El agente extintor no debe ser conductor de la electricidad por lo que no se puede usar agua (matafuego Clase A ni espuma química). Se usan matafuegos Clase BC ó ABC. (Una vez cortada la corriente, se puede usar agua o extintores Clase A o espuma química AFFF).

Clase D:

Fuego de ciertos metales combustibles (magnesio, titanio, zirconio, sodio, potasio, etc.). Requieren extintores con polvos químicos especiales.

Clase K:

Fuego de aceites vegetales o grasas animales. Requieren extintores especiales para fuegos Clase K, que contienen una solución acuosa de acetato de potasio.

Para nuestro taller:

Lo ideal es tener un matafuego de uso general como el que se muestra en la figura

Extintor de Polvo Químico Seco para Clases (ABC)

Actúan interrumpiendo la reacción química del fuego. El polvo químico ABC es el **extintor** más utilizado en la actualidad en Industrias, oficinas, viviendas, transporte, comercios, escuelas, garajes, etc.

En los fuegos clase A actúa enfriando la superficie en llamas ya que se funde, absorbiendo calor y además, crea una barrera entre el oxígeno del aire y el combustible en llamas.

Cuidado el polvo químico es algo tóxico para las personas, ensucia mucho y es oxidante de metales y circuitos electrónicos.

El tamaño del matafuego debe ser proporcional al potencial de fuego que podemos tener. Un matafuego mediano de uso domiciliario es suficiente desde mi punto de vista.

Si vemos que no podemos controlar el fuego llamar a los bomberos lo antes posible (ej. un derrame de un líquido combustible encendido que se propaga). No intenten “tratar” de dominarlo solos. Llamar primero a los bomberos y luego actuar con calma con nuestros extintores.



Conducta en el taller de terceros:

Cuando nos invitan a otro taller es importante tener en cuenta los siguientes consejos, al menos para mí. Para los principiantes creo que es una buena lista para que nos sigan invitando.

Sin importar el orden más allá de la primera:

- Primero y antes que nada trabajar en forma segura. Si hace falta, llevar tus elementos de seguridad.
- Si pedís una herramienta que está en un cajón o colgada en la pared, al terminar de usarla ponerla en el mismo lugar. No se tira sobre el banco o en cualquier lado para dejar más lugar en el banco donde estamos trabajando.
- Cuidar las cosas delicadas, por ejemplo, los calibres, no dejarlos sobre una pila de fierros ni abiertos ya que si la cola de profundidad se dobla hay que tirarlos. Si son de tipo digital APAGARLO, se consumen las baterías.
- Si por accidente se nos cae un líquido, vino, coca, aceite, mate o polvo, o mil clavitos... hay que limpiarlo y/o juntarlo, no es cuestión de seguir chapoteando arriba y que lo haga luego el que nos invitó.
- Si algo se rompe avisar y ofrecerse a colaborar para arreglarlo. Ej. desenchufamos la mola y nos quedamos con el toma en la mano.
- Si pedimos materiales usarlos como si fueran nuestros, cuestan plata, no tomar un pedazo de 50cm de acero para una pieza de 30 cm si hay un fleje de 32 cm.... Preguntar, ¿puedo usar este?
- Pedir los materiales al dueño de casa, no servirse de la estantería, pueden estar reservados para un trabajo.
- Si se ve un problema de seguridad avisar, por ejemplo un cable pelado, o un tacho con material inflamable que pierde, etc.
- Si sacamos una pieza de la fragua, avisar donde se pone y decir que está caliente, un cacho de fierro a 550 C° no se diferencia de uno a 25 C°. Y no es lo mismo agarrar uno que el otro.
- Usar las herramientas correctamente, el mango destornillador no es un martillo, un formón no es un cortafierros.
- Si usamos un pincel para barnizar lo limpiamos con el solvente correspondiente.
- Se pregunta dónde está el tacho de basura, para la basura su disposición final no es un "fenómeno gravitatorio" al piso justo donde estamos, es el tacho.

- Las mechas se usan y se sacan del taladro o de la vertical y vuelven a la caja, se lubrican durante el corte cuando lo hacemos en acero.
- Si hacemos un hamon con una mezcla hermosa, negra, untuosa, etc. limpiamos el recipiente y lo que usamos para estirarlo sobre la hoja también. Tratemos de no usar la última navaja Spyderco del dueño de casa para la tarea.
- Cuando templamos sacamos la pieza y dejamos que escurra dentro del tacho de temple, no vamos caminando por el taller goteando aceite.
- Si del taller vamos a la casa, limpiarse las manos y los pies si hay un trapo de piso, por algo está ahí.
- Entender que los discos de amolado y las mordazas de las morsas no se hicieron para estar en contacto. Lo mismo con pinzas de sujeción.
- Los marcadores de alcohol o los liquid paper traen tapa para algo, úsala. O se secan y se tiran.
- Limpiar el banco de trabajo que usamos, así como el piso, si cepillamos madera, hicimos viruta, llenamos de polvo, una limpiadita es lo menos que podemos hacer. El que nos ha invitado no lo hizo para limpiar nuestra basura.
- No decir barbaridades frente a la familia de quien nos invita, una cosa es el taller y nuestra jerga y otra la familia ajena. Es decir, educación, la familia no es parte del taller ni comparte nuestros códigos.

Estas son solo algunas de las cosas básicas y no tan básicas.

ACEROS PARA CUCHILLERÍA:

Hoy en día la proliferación de aceros de muy alta calidad hace que se disponga de una variedad de productos que darán diferentes tipos de prestaciones a las hojas como ser la dureza, la tenacidad, la retención de filo, la capacidad de no oxidarse, etc.

Para esta introducción nos basaremos en los aceros denominados al carbono que son los más simples de forjar y desbastar y los que se pueden conseguir fácilmente en el mercado, es muy importante comenzar a aprender con aceros que se denominan fáciles, son aquellos que perdonan errores en los tratamientos térmicos y a su vez son fáciles de trabajar.

A los aceros al carbono se le hacen agregados de otros materiales para lograr diferentes propiedades, a estos aceros se los denomina “aleados”

Las aleaciones se usan por ejemplo para:

- Manufacturar piezas de gran espesor
- Mejorar durezas del acero manteniendo tenacidad
- Tener resistencia elevada a grandes temperaturas
- Aceros inoxidables muy resistentes a diferentes ambientes corrosivos como ácidos, etc.
- Aceros para herramientas o trabajos muy forzados como los de herramientas de maquinado

Esto nos muestra que la influencia que ejercen los elementos de aleación en los aceros es muy variada, lo cual nos permite obtener ciertas características que no se pueden obtener con los aceros ordinarios al carbono

Los elementos de aleación tienen influencias sobre entre otras las siguientes propiedades:

- La templabilidad
- La resistencia al desgaste
- Retardo del ablandamiento que se produce en el revenido
- Dar resistencia a la corrosión.
- Mejorar su tenacidad (capacidad de deformarse bajo tención sin romperse)

Como actúa cada elemento aleante:

Este tema relacionado a los aleantes es muy complicado si se lo quiere analizar a nivel físico químico, por los alcances de este texto sólo mencionaremos cuáles son los efectos que causa su agregado al acero.

Níquel:

Una de las ventajas más importantes que aporta es evitar el crecimiento del grano durante los tratamientos térmicos (el grano es la estructura cristalina que tiene el acero a una determinada temperatura, los aceros de grano grande son más frágiles y el aumento del grano es algo indeseado para una hoja de cuchillo),

El crecimiento de grano se produce cuando por ejemplo en el proceso de forja sobre calentamos al acero lo que hace disminuir su tenacidad si es que lo temblamos en esa condición. Con el aporte níquel también podemos bajar la temperatura de temple pero no en forma muy significativa.

Experimentalmente se observa que con los aceros aleados con níquel se obtiene para una misma dureza, un límite de elasticidad ligeramente más elevado y mayores alargamientos y resistencias. También es muy interesante señalar que para la misma dureza su resistencia a la fatiga es un 30% superior a la de los aceros de baja aleación.

Cromo:

Es uno de los elementos de aleación más usados para la fabricación de aceros aleados, para herramientas, en los inoxidables y en los de resistencia en caliente. Se emplea en cantidades diversas desde 0,3 a 30% de Cr según los casos, y sirve para aumentar la dureza y la resistencia a la tracción de los aceros, mejora la templabilidad, impide las deformaciones en el temple, aumenta la resistencia al desgaste.

Los aceros inoxidables son aquellos que tienen más de 14% de cromo en su composición.

Molibdeno:

Este elemento mejora la resistencia a la tracción, la templabilidad, la resistencia al "creep" o sea la fluencia en caliente de los aceros. Por ejemplo, en álabes de turbinas de avión esto es de suma importancia dada la alta temperatura y el esfuerzo generado por la rotación.

Vanadio:

Se emplea principalmente para la fabricación de aceros de herramientas, tiende a afinar el grano y aunque disminuye la templabilidad.

Manganeso:

Está presente en casi todos los aceros, debido a que se usa para eliminar azufre y oxígeno durante la fabricación del acero en el alto horno.

Como elemento de aleación en cantidades de 0,5% a 1,5% aumenta la resistencia, mejora la templabilidad y es un producto barato como aleante.

Silicio:

Está presente desde la fabricación del acero es desoxidante y se usa para evitar que aparezcan poros en el metal. Las cantidades varían entre 0,2%- 0,35% .

Como el silicio aumenta el límite elástico y la resistencia a la fatiga sin influir negativamente en la tenacidad, se utiliza en aceros para la fabricación de piezas elásticas como resortes y muelles, en ese caso se utilizan cantidades de entre 1.5% y 2.3%. Se emplean aceros de 1 a 4,5% de Si para la fabricación de chapa magnética.

Cobalto:

El cobalto es un aleante caro y se utiliza para aceros de muy alta calidad, generalmente en los que denominamos aceros rápidos los cuales también tienen wolframio.

Los porcentajes utilizados de cobalto están dentro del rango del 3 al 10%

Titanio:

Se suelen añadir pequeñas cantidades de titanio a algunos aceros muy especiales para desoxidar y afinar el grano. Forma carburos muy duros. En los aceros inoxidables, actúa como estabilizador de los carburos y evita la corrosión ínter cristalina.

Boro:

Cantidades muy pequeñas de boro del orden 0,001 a 0,006%, mejoran notablemente la templabilidad, siendo en este aspecto el más efectivo de los elementos aleados y el de mayor poder templante de todos. Su eficacia es muy superior al molibdeno y al cromo en rangos superiores a las 50 veces para mejorar la templabilidad.

Calificación de los aceros:

Es muy importante para un cuchillero conocer al menos los aceros más utilizados para la fabricación de cuchillos, así como sus características químicas y mecánicas con el fin de poder adoptar el más conveniente para cada tipo de cuchillo que realice. Si bien en general un cuchillero trabaja dos o tres aceros en el 90% de los casos se le puede requerir trabajo con aceros especiales de última generación y estos tienen tratamientos térmicos complejos si es que se desea obtener la máxima performance de ellos.

Aceros de la serie SAE10XX es la serie más común para cuchillería:

Los aceros al carbono de esta serie son útiles cuando disponen de más de 0.45% de carbono, por debajo de ese contenido la dureza que se pueden obtener por temple son muy bajas, la estrella de la serie es el 1095 siguiéndole el 1084 y en 1070, debemos tener en cuenta que la diferencia de precio entre un 1070-1095 es de aproximadamente tres veces más caro este último. El 1045 y 1050 son acero que se suele utilizar generalmente para hojas largas como las espadas, muchos forjadores de katanas utilizan este acero ya que por la funcionalidad de la espada la tenacidad es muy importante.

Toda la serie se templa al agua (más dureza) o al aceite (menos probabilidad de fracturas) y son aceros fáciles de tratar.

Acero L6

este acero se destaca por el contenido de níquel, es oxidable y fácil de forjar. El L6 es el equivalente al sueco 15N20 con contenidos de níquel de aproximadamente 2%. Hoy en día estos dos son utilizados principalmente para lograr contrastes en los aceros damascos mezclando los con 51 60, 1095, O1|, etc.

La resistencia que se puede lograr al temple es importante y es un acero fácil afilar.

Acero 5160

el 5160 es uno de los mejores aceros para comenzar tanto forjar como a desbastar, es fácil tratar térmicamente por medio del temple al aceite y es un acero perdonador, es decir que no debemos ser muy estrictos en los procesos térmicos.

Un tema muy importante que lo hace popular es la gran cantidad 5160 disponibles en el mercado y su bajo precio, hay que tener en cuenta que este acero se usa principalmente para hacer flejes de elásticos de automotores y por lo tanto se lo consigue tanto virgen como usado.

Este acero puede llegar a 60 Rockwell de dureza lo cual es excelente para un cuchillo, pero también se lo puede utilizar para hojas largas como las espadas con revenidos para lograr tenacidad perdiendo dureza buscando límites entre los 50 y 55 Rockwell.

Es un acero fácil de afilar y tiene una resistencia media al desgaste lo cual lo hace flexible para una cantidad diferente de cuchillos.

Acero 52100

este acero se utilizaba principalmente para las bodas de los rodamientos como los alemanes, por eso era utilizado solamente por los forjadores que debían y la esfera forjar un fleje, aún hoy en día famosos forjadores como Ed Fowler lo utilizan para sus cuchillos.

Podemos decir que el 52,100 es similar al 5160 pero tiene más carbono ya que ronda el 1% contra el 0.6% de este último es un acero que tiene mejor resistencia al desgaste que el 5160. El inconveniente es que hoy no se lo conocía ejes y generalmente se busca reciclar pista rodamientos. **Acero CPM 10V**
Acero de crisol provee una resistencia al desgaste increíble con la dureza del D-2. Es una opción excepcional cuando se desea la resistencia de desgaste máxima.

Aceros más evolucionados:

Acero D2

D2 a veces se llama un "semi-inoxidable". Tiene un contenido bastante alto de cromo (el 12%), pero no lo bastante para clasificarlo como inoxidable. Sin embargo, es más resistente al óxido que los aceros de carbón mencionados arriba, Tiene una resistencia de desgaste excelente. El D2 es mucho más resistente que los aceros inoxidables superiores como ATS-34. La combinación de la gran resistencia de desgaste, el casi stainless (casi inoxidable), y la buena dureza le hacen una gran opción para un número de estilos de cuchillos.

Acero A2

Se utiliza para la fabricación de herramienta se templa al aire, es más duro que D-2, pero con menos resistencia de desgaste. Debemos tener en cuenta que los aceros templados al aire no pueden recibir temples diferenciales, así que si buscamos una línea de temple diferencial no podemos utilizar este tipo acero.

Acero O1

Esto es un acero muy popular entre los forjadores en la Argentina se consiguen K720 de Boehler que es el equivalente al O1, es un acero fácil de templar al aceite. Este acero tiene alto contenido de carbono y por su dureza logra filos excelentes. El mayor problema es que se oxida fácilmente sin embargo los famosos cuchillos de Randall se construyen en O1.

Acero W2

Es un acero resistente y con el cual se obtienen buenos filos, tiene un contenido de vanadio del 2%. La mayoría de las limas se hacen de W-1, que es igual que W-2 a excepción del contenido del vanadio (W-1 no tiene vanadio). Hay que tener cuidado con las nuevas y más de origen chino ya que muchas veces son cementadas, es decir que solamente se endurece la superficie externa por un proceso de agregado de carbonos pero el alma de la herramienta es de acero inferior calidad. Las rimas antiguas y las actuales de buenas marcas son de W1.

Acero CPM 3V

Este es un acero de muy alta resistencia al desgaste (no muy usado en cuchillería),

muestra excelente dureza y una buena resistencia a la oxidación (tiene 7,5% de Cr). El inconveniente es que cuando se oxida no lo hace con una película pareja sobre la superficie sino que tiende a presentar poros más profundos que un solo efecto superficial. Sin dudas si se busca gran dureza y resistencia al desgaste esta es una buena opción para nuestras hojas.

ACEROS INOXIDABLES

Cuando hablamos de acero inoxidables nos referimos aquellos que tienen una mayor resistencia a la oxidación, pero debemos tener en cuenta que todos los aceros se oxidan en mayor o menor grado.

Los aceros inoxidables para cuchillería son aquellos que se denominan martensíticos y que tienen carbono en su estructura, de los más conocidos son la serie 400 como el 420, 440Ceste último lamentablemente ya no se consigue fácilmente en nuestro país.

Las durezas que desarrollan estos aceros rondan los rangos de 57 Rockwell a 61 Rockwell con el tratamiento térmico adecuado es decir que son muy aptos respecto a esta propiedad para realizar hoja de cuchillo.

Clasificación general de aceros inoxidables

Los aceros inoxidables para cuchillería deben ser de la serie martensítica, es decir que tienen carbono y se los puede templar, tanto al aire como en aceite.

Acero 420

Este acero es el límite inferior para utilización en cuchillería, su contenido de carbono bajo menor al 0.5% y el contenido de cromo no muy alto pero es una buena opción ya que es el más económico disponibles y su capacidad inoxidable aceptable. La resistencia al desgaste es relativamente baja y por lo tanto su retención de filo no es muy buena. Los cuchillos de buceo más económicos se realizan con este acero.

Acero 440 A - Acero 440 B - Acero 440C

Es un acero antiguo pero de excelente calidad para cuchillos en general. El contenido del carbono (y la dureza) de éstos aceros va del A 0,75%, B 0,9% al C 1.2%.

El 440C es un acero que se ya tiene mucho recorrido en el mercado, algunos lo consideran un acero viejo, pero sin dudas es un material excelente cuando hablamos de aceros inoxidables. Es un acero que logra muy buen filo y dureza cercanas a 58 Rockwell la aparición del ATS-34 en la década de los 90 desplazó al 440C, pero con sólo pequeñas diferencias en prestación, yo creo en lo personal que la industria del acero necesita modificar

sus especificaciones para poder competir entre diferentes fabricantes para así poder mantener nichos de precio que se erosionan si hay más oferentes por lo tanto el generar nuevas especificaciones permite mantener precios más elevados.

Acero 12C27

Características similares a 440A. Los 425M (carbono del 5%) es utilizado por los cuchillos de Buck. 12C27 (carbón del 6%) es un acero de Escandinavia usado a menudo en puukkos y cuchillos noruegos. 12C27 da muy buen resultado cuando el tratamiento térmico este hecho cuidadosamente, debido a su pureza elevada. Cuando está hecho bien, puede ser una opción mejor que el 440A.

Acero ATS 34 / 154CM / VG10, y S60V

Con este grupo de aceros seguimos elevando la calidad dentro de la familia inoxidables, no se puede generalizar sobre todos ellos pero si no podemos agrupar como equivalentes respecto su prestaciones si bien principalmente los tratamientos térmicos difieren entre uno y otro.

Algunos cuchilleros prefieren el VG10 por el agregado que tiene de **vanadio** que mejora el filo.

El S60V es dentro del grupo el que tiene mejores resistencias al desgaste pero su filo no llegará al que se puede obtener con ATS-34, 154-CM, y VG-10.

Acero BG 42 / S90V, y S30V

Este grupo tienen mejor resistencia al desgaste que los aceros del grupo anterior salvo con respecto al S60V.

El S90V presenta la mayor resistencia desgaste y una excelente capacidad inoxidable. Es un acero difícil de maquinar y de afilar y no se utiliza generalmente en producción, pero si es utilizado por cuchilleros para piezas especiales o de pedido.

ACEROS DAMASCO (no confundir con Wootz) estos son en verdad multi laminados

Los aceros de Damasco son hechos por la soldadura en forja de dos o más metales diversos (generalmente aceros). Se calientan y se sueldan con calor las placas. El Damasco entonces se marca con ácido. El grabado delos metales revela las capas y da y el contraste, la profundidad y el color.

El damasco se puede hacer con el funcionamiento y objetivos estéticos en mente. Funcionalmente, la elección de materiales es importante. Un acero brillante y un grabado de pistas con acero más oscuro para mostrar el patrón más llamativo.

Si el artesano va más para la belleza que funcionamiento, se puede combinar un 1095 con níquel que es brillante pero no es tan bueno como el acero para los usos en la cuchillería dado que el níquel puro no tiene dureza.

El otro factor que afecta belleza es por supuesto el patrón del paquete. Muchos patrones de Damasco son hoy hechos, al azar o random, y otros buscando un dibujo especifico…

Los aceros siguientes proporcionarán líneas brillantes:

- L-6 y 15N20 (la versión sueca del L-6 americano) tienen un 2% aproximado de níquel
- ASTM 203 E
- Níquel puro en láminas

Los aceros siguientes proporcionarán líneas oscuras:

- 1070
- 1095
- 5160
- 52100
- W1 y W2

Algunos damascos realizados por mi:

Esto es lo que más me gusta de la cuchillería, el hacer damascos o aceros con técnicas antiguas como el blíster Steel, shear Steel, oroshigane, etc.

En damascos por la forma de realizarse no hay dos hojas exactamente iguales. Este texto no voy a introducir esta técnica que merece un libro entero.







Daga de 4 mesas.



El siguiente es un Damasco hecho con pulvimetalurgia, acero sólido y en polvo:

En este caso barras de 5160 con bolitas de SAE 52100 y polvo de Distaloy 4600 4% de Níquel y Carbono.

Como pueden ver se logran patrones muy bonitos y es infinita la posibilidad de combinaciones.





ACEROS Y SUS USOS – TRATAMIENTOS TERMICOS Y SUS TEMPERATURAS

Acero para Temple y Revenido

IRAM-SAE	Compocición Quimica	Caracteristicas	Aplicaciones	Tratamientos Termicos	Caracteristica: Sr MPa	S 0,2 Mpa	Al %	F %	Dureza HB
IRAM/SAE 1038	C: 0,35 / 0,42 Mn: 0,60 / 0,90	Acero al C. Con estructura globulizada es apto para estampar en frío. Baja templabilidad	Piezas fabricadas por estampado en frio (Bulones, tuercas, tornillos, etc.) Otras piezas forjadas en caliente poco exigidas	Laminado forjado: 1200 / 850 °C	650	420	25	50	192
				Normalizado 870 / 900 °C	680	420	28	52	183
				Recocido de ablandamiento 650 / 700 °C	510	320	30	70	149
				Recocido de regeneración 840 / 870 °C	530	350	28	65	156
				Temple 850 °C aceite; Revenido: 540 °C	820	650	15	52	240
				Temple 850 °C aceite; Revenido: 650 °C	720	580	22	65	197
IRAM/SAE 1045	C: 0,43 / 0,50 Mn: 0,60 / 0,90	Acero al C. De baja templabilidad. En estado templado tiene alta dureza y buena tenacidad. Es apto para temple superficial.	Piezas de alta dureza y buena tenacidad (manivelas, chavetas, ejes, cigueñales, bielas, engranajes, espárragos, etc.)	Laminado forjado: 1200 / 850 °C	685	460	24	50	212
				Normalizado: 850 / 875 °C	700	450	25	46	207
				Recocido para mecanizar 810 / 860 °C	620	380	27	54	183
				Temple: aceite 815 / 840 °C; Revenido: 540 °C	710	610	15	45	269
				Temple: aceite 815 / 840 °C Revenido: 650 °C	700	500	25	60	212
IRAM/SAE 1541	C: 0,36 / 0,44 Mn: 1,35 / 1,65	Acero al C. Con templabilidad mejorada	Piezas de dimenciones medianas y chicas. Engranajes, árboles, pernos, palieres, etc.	Laminado forjado: 1200 / 850 °C	720	480	13	35	217
				Normalizado: 850 / 875 °C	710	480	20	48	212
				Recocido: 830 °C	610	380	25	50	183
				Temple: 840 °C aceite; Revenido: 540 °C	900	680	23	58	269
				Temple: 840 °C aceite; Revenido: 650 °C	700	520	25	60	217
SAE 3135	C: 0,33 / 0,38 Mn: 0,60 / 0,80 Si: 0,20 / 0,35 Cr: 0,55 / 0,75 Ni: 1,10 / 1,40	Acero al Cr-Ni de mediana templabilidad con muy buena tenacidad.	Piezas de dimenciones medianas y grandes, expuestas a solicitaciones elevadas. Por ej. Puntas de ejes, bielas,ejes delanteros, eslabones de cadenas, etc.	Laminado forjado: 1100 / 850 °C	840	610	16	48	255
				Normalizado 860 / 890 °C	860	570	19	57	262
				Recocido: 830 °C	690	420	24	50	200
				Temple: 830° aceite; Revenido: 540 °C	910	805	20	54	293
				Temple: 830° aceite; Revenido: 650 °C	800	700	21	60	248
SAE 3335	C: 0,30 / 0,40 Mn: 0,30 / 0,60 Si: 0,15 / 0,30 Cr: 1,25 / 1,75 Ni: 3,25 / 3,75	Acero al Cr-Ni de muy alta templabilidad y de extrema tenacidad	Piezas grandes expuestas a solicitaciones muy elevadas, especialmente a la fatiga. Por ej.: cigueñales, pernos de acople, ejes de piñones, etc.	Laminado forjado: 1100 / 850 °C	880				277
				Normalizado: 850°C	860				265
				Recocido: 630 / 650 °C	785				235
				Temple: 830° aceite					
				Revenido con enfriamiento rápido: 540 °C	1130	930	12	45	331
				Revenido con enfriamiento rápido: 650 °C	880	750	18	54	269
IRAM/SAE 4140	C: 0,38 / 0,43 Mn: 0,75 / 1,00 Cr: 0,80 / 1,10 Mo: 0,15 / 0,25	Acero al Cr-Mo de mediana templabilidad y buena tenacidad. No presenta fragilidad de revenido. Apto para temple superficial. Con estructura globulizada puede estampar en frío	Piezas de alta exigencia para la construcción de vehículos en general. Cigueñales, árboles, palieres, engranajes de transmición, etc. Piezas confeccionadas por estampado en frio (bulones de alta calidad)	Laminado Forjado:1100/850°C	1030	720	15	40	311
				Recocido de globulizacion: 755°C	650			65	92HRb
				Recocido para mecanizar: 830°C	650	420	25	56	192
				Recocido de ablandamiento: 680°C	650			62	92HRb
				Temple: 840°C ,aceite; Revenido: 540 °C	1120	1040	14	56	321
				Temple: 840°C ,aceite; Revenido: 650 °C	915	810	19	60	277
IRAM/SAE 4340	C: 0,38 / 0,43 Mn: 0,65 / 0,85 Si: 0,20 / 0,35 Cr: 0,70 / 0,90 Ni: 1,65 / 2,00 Mo: 0,20 / 0,30	Acero al Cr-Ni-Mo de alta templabilidad, de alta resistencia y exelente tenacidad. No presenta fragilidad de revenido. Alta resistencia a la fatiga.	Piezas de aviones y automóviles sometidas a las más grandes exigencias y los más altos esfuerzos estáticos y dinámicos. Piezas para temperaturas debajo de 0 °C.	Laminado Forjado: 1150/900°C	1300	860			401
				Normalizado: 870°C	1280	860	12	35	388
				Recocido de ablandamiento: 680°C	740	460	22	45	217
				Recocido para mecanizar: 830°C	745	472	22	48	217
				Temple: 840°C,aceite; Revenido: 540 °C	1210	1100	14	45	352
				Temple: 840°C,aceite;Revenido: 650°C	805	650	22	63	235
IRAM/SAE 5140	C: 0,38 / 0,43 Mn: 0,70 / 0,90 Si: 0,20 / 0,35 Cr: 0,70 / 0,90	Acero al Cr de baja templabilidad, alta resistencia al desgaste. Apto para endurecimiento superficial por cianurado directo.	Piezas de dimenciones medianas. Engranajes, ejes, árboles, puntas de ejes, etc.	Laminado Forjado: 1050/850 °C	770	520			229
				Normalizado: 870°C	760	470	23	53	227
				Recocido de ablandamiento: 680°C	570				183
				Recocido para mecanizar: 830°C	570	320	25	55	179
				Temple: 840°C,aceite; Revenido: 540 °C	970	840	18	58	293
				Temple: 840°C,aceite; Revenido: 650°C	805	650	22	63	235
IRAM/SAE 8640	C: 0,38 / 0,43 Mn: 0,75 / 1,00 Cr: 0,40 / 0,60 Ni: 0,40 / 0,70 Mo: 0,15 / 0,25	Acero al Cr-Ni-Mo de mediana templabilidad. Tiene alta resistencia y muy buena tenacidad. Con estructura globulizada es apto para estampar en frío. No presenta fragilidad del	Bulones especiales de alta resistencia a esfuerzos estáticos y dinámicos. Piezas de alta responsabilidad, especialmente a la fatiga, hasta aprox. 100 mm de espesor.	Laminado Forjado: 1100/850 °C	800	570	16	45	241
				Normalizado: 870°C	850	570	16	45	255
				Recocido de globulizacion: 755°C	610			70	170
				Recocido para mecanizar: 830°C	620	360	28	52	179
				Recocido de ablandamiento: 860°C	670			45	183
				Temple: 840°C,aceite; Revenido: 540 °C	1100	1020	15	55	341

Acero para Resortes									
IRAM-SAE	Compoción Quimica	Caracteristicas	Aplicaciones	Tratamientos Termicos	Caracteristica				
					Sr MPa	S 0.2 Mps	Al %	F %	Dureza HB
IRAM/SAE 5160	C: 0,56 / 0,64 Mn: 0,75 / 1,00 Si: 0,20 / 0,35 Cr: 0,70 / 0,90	Acero aleado al Cr. Tiene buena temlabilidad. Di: 3,71" (94mm)	Resortes, muelles, ballestas y resortes planos de cualquier espesor. Barras de torsión. Resortes de suspención de automóviles.	Laminado,forjado: 1050/850 °C	1000	680	15		302
				Normalizado: 850/900ºC	950	600	16	45	285
				Recocido globulizante:750ºC	720	370	20	36	217
				Recocido de regeneracion:840ºC	720	370	17	30	217
				Temple 840ºC en aceite Revenido:540ºC	1200	1100	14	40	352
				Temple 840ºC en aceite Revenido:650ºC	950	825	20	55	285
SAE 6150	C: 0,48 / 0,53 Mn: 0,70 / 0,90 Si: 0,20 / 0,35 Cr: 0,80 / 1,10 V: 0,15	Acero al Cr y V de buena templabilidad. Di: 3,99" (101 mm) Acero de grano fino. Alta rsistencia al a fatiga y al choque. Puede usarse en temperaturas elevadas (hasta 500 °C)	Alambres para resortes. Resortes de alta calidad. Varillas de torsión. Piezas de construcción en general sometidas a saveros esfuerzos. Herramientas de mano.	Laminado,forjado:1100/850ºC	950	630			285
				Normalizado: 840/880ºC	940	615	21	60	277
				Recocido globulizante:755ºC	650				197
				Recocido de regeneracion:815ºC	670	480	23	48	201
				Recocido de ablandamiento:680ºC	680				201
				Temple:840ºC aceite Revenido:540ºC	1200	1155	14	48	352
				Temple:840ºC aceite Revenido:650ºC	975	895	18	56	293
IRAM/SAE 9260	C: 0,56 / 0,64 Mn: 0,70 / 1,00 Si: 1,80 / 2,20	Acero aleado al Si y Mn de mediana temaplabilidad Di: 2,79" (71 mm). Muy resistente a la fatiga y a los choque s repetidos.	Resortes, muelles, ballestas, resortes planos de cualquier dimensión. Resortes de discos. Resortes de suspensión de vehículos. Herramientas resistentes a golpes (puntas de martillos neumáticos)	Laminado,forjado:1100/860ºC	1040	615	13	31	321
				Normalizado: 870/890ºC	1080	680	17	34	302
				Recocido de regeneracion:840ºC	820				248
				Recocido de ablandamiento:680/700ºC	820				248
				Temple:840/870ºC,aceite Revenido:	1730	1630	7	33	477
				Temple:840/870ºC,aceite revenido:	1035	815	15	40	302

Acero para Cementación

IRAM-SAE	Compoción Quimica	Caracteristicas	Aplicaciones	Tratamientos Termicos	Caracteristica Sr MPa	S 0,2 Mpa	Al %	F %	Dureza HB
IRAM/SAE 1010	C: 0,08 / 0,13 Mn: 0,30 / 0,60	Acero al C. Baja resistencia a la rotura con muy alta tenacidad	Piezas confeccionadas por estampado en frio (Bulones, Remaches, etc.) Otras piezas de mediana y baja responsabilidad	Laminado forjado: 1.050/850°C	420	270	28	68	130
				Normalizado: 900/920 °C	420	290	30	72	130
				Recocido de ablandamiento: 680°C	380				110
				Cementado a 870/930°C Temple simple: 780/800 °C, agua Revenido: 180 °C	470	290	32	72	135
	C: 0,18 / 0,23 Mn: 0,30 / 0,60 Si: 0,15 / 0,30	Acero al C de baja resistencia, con alta tenacidad	Piezas confeccionadas por estampado o mecanización de mediana responsabilidad.	Laminado forjado: 1.050/850°C	490	320	25	58	143
				Normalizado: 900/920 °C	490	340	32	62	143
				Recocido de ablandamiento: 680°C	420			75	130
				Recocido de regeneracion: 850/900°C	420	300	35	70	130
				Cementacion 910°C					
				Temple simple: 780°C, agua Revenido: 180 °C	600	370	25	64	179
IRAM/SAE 3115	C: 0,13 / 0,18 Mn: 0,40 / 0,60 Ni: 1,10 / 1,40	Acero al Cr-Ni con alta resistencia y alta tenacidad Acero de baja templabilidad	Piezas de mediana y alta responsabilidad en la construcción de máquinas en general	Laminado forjado: 1150/850°C	600	370	25	60	174
				Normalizado: 870/890 °C	600	370	26	55	156
				Recocido de ablandamiento: 680°C	470				143
				Recocido de regeneracion: 870°C	470	340	33	69	143
				Cementado a 850/900°C Temple:830°C.aceite Revenido:150°C	820	580	22	54	248
SAE 3310	C: 0,08 / 0,13 Mn: 0,45 / 0,60 Si: 0,20 / 0,40 Cr: 1,40 / 1,75 Ni: 3,25 / 3,75	Acero al Cr-Ni, de muy alta tenacidad. Acero de muy alta templabilidad y muy elevada resistencia a la fatiga	Piezas de alta responsabilidad y de grandes dimenciones. Engranajes, ejes traseros, piezas de dirección, pernos de seguridad. Matrices para plásticos y metales no ferrosos	Laminado,forjado:1.100/850°C	1000	670	16	52	311
				Normalizado: 850/880 °C	1050	660	20	55	321
				Recocido de ablandamiento: 660°C	715	450	21	47	207
				Recocido de regeneracion: 840°C					207
				Cementacion:860/930°C Temple:815°C,aceite; Revenido:150°C	1010	760	13	60	311
				Temple:815°C,aceite; Revenido:550°C	930	730	17	50	302
SAE 4317	C: 0,15 / 0,20 Mn: 0,45 / 0,65 Si: 0,20 / 0,35 Cr: 0,40 / 0,60 Ni: 1,65 / 2,00 Mo: 0,20 / 0,30	Acero al Cr-Ni-Mo, de mediana templabilidad y exelente tenacidad	Piezas de responsabilidad, de grandes y medianas dimenciones. Pernos para cadenas, engranajes y piñones de mando	Laminado,forjado:1.100/850°C	765	460	20	50	229
				Normalizado: 880/925°C	755	460	22	52	229
				Recocido de ablandamiento: 680°C	550				156
				Recocido de regeneracion: 830/880°C	550	380	30	58	156
				Cementacion:870/930°C Temple:820°C, Revenido:150°C	1010	710	17	50	302
SAE 5120	C: 0,17 / 0,22 Mn: 0,70 / 0,90 Si: =0,20 / 0,35 Cr: 0,70 / 0,90	Acero al Cr con buena resistencia y tenacidad y baja templabilidad	Piezas de pequeñas y medianas dimenciones, confeccionadas por extrusión o por mecanizado. Pernos de pistón, etc.	Laminado,forjado:1.100/850°C	570	360	24	60	163
				Normalizado: 880/930°C	570	390	30	65	163
				Recocido de ablandamiento: 650°C	480	290	30	68	137
				Recocido de regeneracion: 880°C	490	295	29	68	143
				Cementacion:870/930°C Temple:860°C,agua o aceite; Revenido:150°C	880	710	16	48	285
IRAM 5121	C: 0,17 / 0,22 Mn: 1,10 / 1,40 Si: 0,20 / 0,35 Cr 1,00 / 1,30	Acero al Mn y Cr. Equivalente al acero DIN 20MnCr5. Buenas propiedades en estado cementado, templado y revenido	Engranajes. Coronas y piñones del diferencial. Ejes, árboles. Otras piezas de tamaño mediano	Laminado,forjado:1.100/850°C	680		29		207
				Normalizado: 860/900°C	680	400	23	45	207
				Recocido de ablandamiento: 680°C	520	310	28	60	149
				Recocido de regeneracion: 860°C					
				Cementacion:870/900°C Temple:860°C, aceite; Revenido:150°C	980	735	14	45	302
IRAM/SAE 4815	C:0,17 / 0,22 Mn: 0,40 / 0,60 Si: 0,20 / 0,35 Ni: 3,25 / 3,75 Mo: 0,20 / 0,30	Acero al Ni-Mo, con muy alta tenacidad, mediana templabilidad y muy alta resistencia.	Piezas de grandes dimenciones y de muy alta responsabilidad, especialmente a la fatiga	Laminado,forjado:1.100/850°C	650	440	20	32	210
				Normalizado: 870/925°C	670	450	24	55	217
				Recocido isotermico:740 610°C (8 hs)	600	400	25	58	179
				Cementacion:900/926°C Temple:800/830°C, aceite; Revenido:150°C	1080	860	15	53	331
IRAM/SAE 8620	C: 0,18 / 0,23 Mn: 0,70 / 0,90 Si: 0,20 / 0,35 Cr: 0,40 / 0,60 Ni: 0,40 / 0,70 Mo: 0,15 / 0,25	Acero al Cr-Ni-MO de alta resistencia, con templabilidad mediana y alta tenacidad.	Piezas de mediano tamaño, solicitadas a la fatiga. Piñones y coronas del diferencial. Engranajes de alta revolución. Pernos de seguridad	Laminado,forjado:1.100/850°C	650	320	22	45	192
				Normalizado: 875/915°C	600	340	26	56	174
				Recocido de ablandamiento: 680°C	530	380	30	60	149
				Recocido de Regeneración: 870 °C Cementado: 900 / 930 °C Temple: 845 °C en aceite; revenido a 150 °C	850	580	19	58	255

Tratamientos térmicos

El acero es básicamente hierro (Fe su símbolo químico) con el agregado de muy pequeñas cantidades de carbono (símbolo C) se convierte en acero cuyas propiedades mecánicas cambian drásticamente tanto en dureza como en tenacidad (capacidad de absorber esfuerzos como la flexión).

Luego existen una cantidad enorme de otros materiales que se agregan para mejorar otras características, así como el cromo (Cr) para llegar al punto de hacerlo inoxidable, etc.

Los aceros para poder llegar a desarrollar el máximo de sus propiedades deben pasar por un tratamiento térmico en el cual hay cambios sustanciales en su estructura molecular, por ejemplo, el acero calentado por encima de una temperatura es no magnético, esto será un indicador importante para nosotros como veremos luego. Si de esa temperatura se lo enfría rápidamente la estructura que nos queda no es la misma de la que partimos y habremos ganado (si se ha hecho adecuadamente) un acero duro y tenaz para tener una herramienta llamada cuchillo.

Hay una variedad de tratamientos térmicos, las mecánicas moleculares del material son muy compleja y en este libro solo veremos su descripción y como realizarlos sin entrar en la dinámica físico química de cada uno.

Recocido, temple y revenido (los tres tratamientos básicos)

Recocido

Su objetivo principal es "ablandar" el acero para facilitar su mecanizado posterior. Esto es en el caso por ejemplo de tener una pieza ya tratada y que deseamos maquinarla como hacemos con un fleje de elástico de auto que es acero SAE 5160 muy bueno para hacer cuchillos pero que está endurecido por el tratamiento para que funcione como elástico del vehículo)

También es utilizado para regenerar el grano (el acero es una estructura cristalina formada por diferentes estructuras que se ven como granos o cristales) o eliminar las tensiones internas. Se debe tener en cuenta que los recocidos no proporcionan generalmente las características más adecuadas para la utilización del acero y casi siempre el material sufre un tratamiento posterior con vistas a obtener las características óptimas del mismo. Cuando esto sucede el recocido se llama también "tratamiento térmico preliminar". (Ver al final los 5 tipos de recocidos agregado como anexo)

Temple

El temple es un tratamiento térmico que consiste en enfriar muy rápidamente al acero desde una temperatura en la cual se encuentra en la llamada fase austenítica, este enfriamiento produce un endurecimiento muy fuerte del acero ya que el mismo dispone de una estructura martensítica.

Debemos tener cuidado en el calentamiento de las hojas de nuestros cuchillos para realizar el temple, ya que si aumentamos la misma por arriba de las indicaciones dadas por el fabricante estaremos aumentando el tamaño de grano y por lo tanto perderemos tenacidad en nuestra hoja, calentar más no es mejor tratamiento sino todo lo contrario.

Si partimos una hoja de un cuchillo por flexión veremos que en la superficie de fractura se notan los granos cristalinos, si el grano es fino y uniforme veremos una superficie muy suave sin brillos severos por lo contrario en una estructura de grano grueso veremos una superficie más irregular y áspera como arena.

Para que el material se temple es necesario que la temperatura baje rápidamente, existe un tiempo máximo para que se genere martensita, si el proceso de enfriamiento es demasiado largo no lograremos dureza del material, al fin y al cabo, estaríamos haciendo un recocido de ablandamiento.

Los cuchillos son piezas de pequeña dimensión en su espesor, por lo tanto, el temple es un informe en toda la hoja, templar grandes piezas con espesores de varios centímetros es de mucha mayor complejidad que la que enfrentamos en la realización de un cuchillo.

Debemos tener en cuenta que las piezas que ponemos a alta temperatura dentro del baño de temple, se enfrían desde afuera hacia adentro, y las formas de las hojas no son regulares, por lo tanto y por las contracciones que sufre el material durante el temple podemos tener deformaciones a lo largo de las piezas.

Es importante tener en cuenta que luego del temple el material se encuentra extremadamente frágil, debemos tener cuidado de que no reciba golpes o correremos el riesgo de que se fracture. Si tenemos una curvatura en la pieza luego del temple debemos actuar con cuidado y no tratar de corregir con el martillo dicha curvatura hasta no haber realizado un revenido a la hoja.

El medio de temple o sea el elemento que utilicemos para enfriar al acero es muy importante, básicamente los aceros de cuchillería pueden ser templados al agua, al aceite o al aire dependiendo del tipo de acero que estemos utilizando.

Los aceros al carbono que usaremos para comenzar a realizar nuestras hojas serán templados al aceite, pudiéndose utilizar aceite de automóvil usado, parafina, aceite comestible, etc.

Los aceites específicos para templado están formulados de tal manera que controlan parámetros como la viscosidad para cada temperatura, la capacidad calorífica, la tensión superficial para no producir burbujas, etc.

Debemos tener en cuenta que apenas ponemos el acero dentro del líquido de temple por la elevada temperatura se producen vapores alrededor del metal y esto hace bajar la conducción térmica por estar esta capa gaseosa bajando la velocidad de enfriamiento. Luego de esta etapa desaparece la capa de vapor y aumenta la velocidad de enfriamiento, pero con la presencia de burbujas las cuales transportan el calor. En una tercera etapa ya desaparecen las burbujas y el enfriamiento se produce por conducción al líquido y por la convección (corrientes que se forman en los líquidos por tener diferentes temperaturas, así como sobre una estufa sentimos

el aire caliente subiendo) de este dentro del recipiente. Denominamos convección a los movimientos del líquido por las diferentes temperaturas que tiene en su seno, los mantos calientes suben y los fríos bajan.

O sea que las características del líquido influyen en la velocidad de enfriamiento según su temperatura de ebullición, su conductividad térmica, su viscosidad, su calor especifico (su capacidad de absorber calor de la pieza) y su temperatura de vaporización.

Si se realiza un temple incorrecto, nos podemos encontrar con defectos en la pieza como:

- Baja dureza, no durabilidad del filo, poco tenaz o gran plasticidad.
- Excesiva fragilidad, lo opuesto a lo anterior
- Descarburación (pérdida de carbono), costras de carburos y por lo tanto pérdida de dureza superficial
- Grietas o eflorescencias, por exceso de temperatura, etc.

La dureza escasa y la formación de zonas blandas se explican por la falta de calentamiento, por no haber alcanzado la temperatura necesaria (temperatura de austenización).

La fragilidad excesiva es por un temple a temperaturas altas (ya hablamos del tamaño de grano), por lo que debemos tener cuidado en no pasarnos de temperatura.

En cuchillería también se utiliza lo que se denomina temple diferencial, en este temple no introducimos toda la hoja entera en el baño de enfriamiento sino solamente la parte del filo, dependiendo del tipo de acero que estemos utilizando como se forman estructuras cristalinas diferentes entre el filo y el lomo, luego del pulido definitivo y con el uso de por ejemplo para cloruro férrico se logra observar un patrón más obscuro en la parte del filo siguiendo una línea irregular desde la punta hacia atrás.

Una de las propiedades interesantes y desconocidas generalmente sobre el acero es que cuando llega a una determinada temperatura que es cuando se forma la fase austenítica, el mismo se vuelve anti magnético, es decir que si le acercamos un imán no se pegará a la superficie. Esto nos permite que por medio de un imán sepamos cuando hemos llegado a la temperatura de temple, es decir apenas el material se ha vuelto anti magnético.

Debemos tener en cuenta que al utilizar el imán el mismo no debe ser atraído por toda la hoja del cuchillo, sino en aquellos lugares donde aún esté magnético no lograremos dureza por el templado.

Cuando se templa una hoja de cuchillo se hace solamente el temple de la misma *sin incluir la espiga la cual no se templa para que guarde tenacidad (capacidad de deformarse, lo opuesto es fragilidad)*, tengamos en cuenta que por no ser parte del filo no nos conviene que sea frágil pero sí que tenga tenacidad para no quebrarse.

Importancia del tamaño del recipiente de temple:

El tamaño del recipiente temple es de suma importancia ya que debemos tener en cuenta que el volumen del medio de enfriamiento que usaremos, generalmente aceite, el cual debe tener suficiente capacidad para absorber la gran cantidad de calor que tiene una hoja (y más aún cuando es de gran tamaño) que se encuentra a más de 800 °C.

Para que el temple sea efectivo debemos bajar esa temperatura muy rápidamente, hasta el punto de que sepamos que tenemos martensita que es la estructura que deseamos en nuestra hoja, para tener una idea en un acero al carbono 1070 debemos bajar la temperatura en menos de dos segundos, esto se logra fácilmente debido a que sobre todo en el filo la cantidad de material o masa es pequeña y el enfriamiento se garantiza.

Ahora, si tenemos una muy pequeña cantidad de aceite el mismo se va a sobrecalentar creando burbujas, ya que, el que se encuentra en contacto con la hoja producirá vapores de ese aceite bajando la capacidad de transferir calor desde la hoja hacia el medio de temple.

Este problema es particularmente más complejo cuando queremos templar varias hojas en el mismo recipiente, el aceite lo pre calentamos a unos 70 u 80 °C, esto es para disminuir su viscosidad y no tiene que ver con el salto térmico, el asunto es que siendo menos viscoso al estar caliente mejora los procesos convectivos (lo caliente sube y lo frio baja, como el aire en una estufa) que generan un flujo natural que favorece al temple.

Si en un tubo de por ejemplo 1 litro de aceite, donde una hoja entera ajustada, templamos tres hojas seguidas ese aceite estará por arriba del punto de inflamación extremadamente caliente, cuando pongamos la última hoja habrá burbujas de todo tipo y más aún puede generar salpicaduras encendidas.

Yo utilizo aceite Cauquén 12 de YPF que es un aceite específico para temple, deja muy pocos residuos sobre la hoja, tiene un muy buen comportamiento para la extracción de calor, mi recipiente temple tiene 14 cm de diámetro por 70 cm de alto y está hecho en un tubo de acero de 6 mm de espesor (tiene 10 litros de volumen). Con esta cantidad de aceite puedo templar tres hojas seguidas sin inconvenientes, ***siempre comienzo por las más pequeñas para no sobrecalentar el aceite. Si voy a templar un martillo de un kilo y medio de peso no es la pieza que pongo primero ya que sube mucho la temperatura del medio.***

Hay que tener mucho cuidado cuando se templa, el aceite es combustible y más a esa temperatura, debemos recordar que va haber una llama y no debemos asustarnos lo peor que puede suceder es que instintivamente retiremos mal la pieza y volquemos el tacho generando un incendio, por favor tener sumo cuidado con esta advertencia. USAR PINZA LARGA.

Revenido

Como ya dijimos luego del temple las hojas llegan a ser muy duras y frágiles, la dureza sin duda es beneficiosa pero no la fragilidad ya que un golpe puede quebrar la hoja.

El revenido es la etapa del tratamiento térmico donde llevamos a la pieza a una temperatura de 200 a 220 °C durante un tiempo de entre una hora y una hora y media, durante este proceso la pieza perderá parte de su dureza y ganará en tenacidad.

A estas temperaturas y en estos tiempos podemos decir que en promedio la pieza perderá entre 2 y 3 Rockwells. La dureza Rockwell es una medida de resistencia a la penetración de un cono de alta dureza y de pequeña dimensión bajo una carga determinada, a menor penetración mayor dureza y a mayor penetración menor dureza. Existen otras mediciones como la Brinell, pero la más utilizada para cuchillería es la Rockwell C.

Bonificado

El proceso de bonificado ***se denomina al temple y revenido en conjunto***, esto no quiere decir que se realicen los dos tratamientos al mismo tiempo sino al conjunto de ambos cada uno a su vez, primero el temple e inmediatamente el revenido.

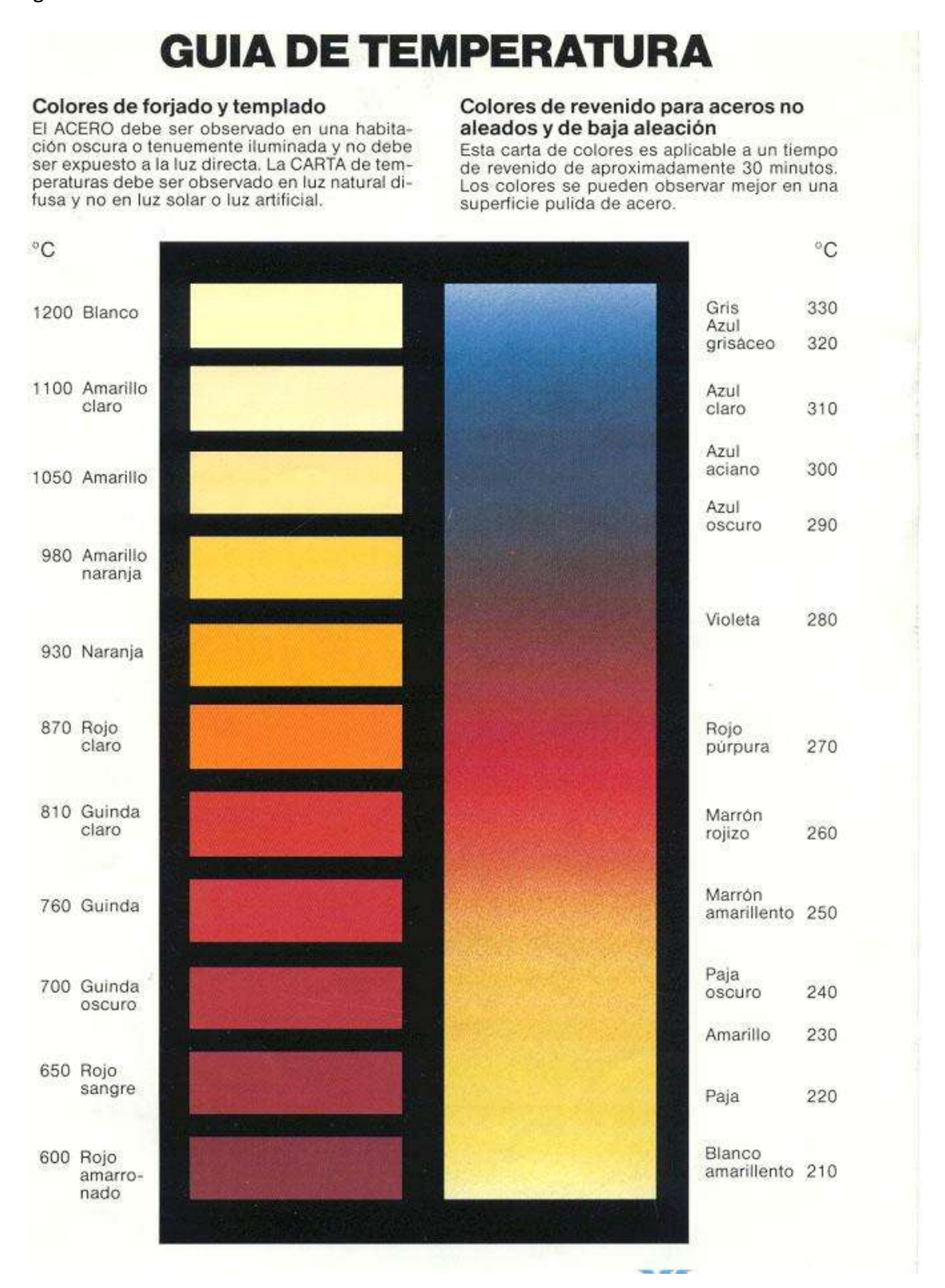
PROBLEMAS Y CAUSAS QUE SE PRESENTAN EN EL TEMPLE DE LOS ACEROS

PROBLEMA	CAUSA
Ruptura durante el enfriamiento	• Enfriamiento muy drástico, el medio de enfriamiento estaba muy frio. Por ejemplo en aceite se recomienda temperatura de 60C° a 80C° como regla general. • Retraso en el enfriamiento • Aceite contaminado que hace no uniforme la transmisión térmica durante el enfriado de la pieza. • Mala selección del medio. Ejemplo usar agua para aceros templables al aceite o al aire. • Diseño inadecuado. Ejemplo rebajar el filo a espesor muy pequeño antes del temple.
Baja dureza después del temple	• Temperatura de temple muy baja, la pieza no ha logrado la temperatura adecuada (generalmente el punto anti magnético) • Tiempo muy corto de mantenimiento, no se completa el temple. • Decarburación del Acero. Pérdida de carbono. • Baja velocidad de enfriamiento. Ejemplo el medio está muy caliente o se calienta por falta de volumen para el tamaño de la pieza. • Mala selección del acero (Templabilidad)
Deformación durante el temple	• Calentamiento desparejo de la pieza, la misma debe estar toda a temperatura adecuada según el acero. • Enfriamiento en posición inadecuada. Por ejemplo cerca de un borde del contenedor del medio u horizontal cerca de la superficie una de las caras.
Fragilidad excesiva	• Calentamiento a temperatura muy alta al introducir al medio de temple. Muchas veces se observan manchas en la superficie por este proceso. • Calentamiento irregular. Por ejemplo, el filo o punta se han pasado de temperatura.

Temperaturas a las que está el material según el color:

¿Cómo podemos saber las temperaturas tanto para el temple como para el revenido?

Básicamente por el color que toma el material en el calentamiento antes del temple y luego del revenido. La siguiente tabla nos sirve de indicación aproximada, con pirómetros sin dudas logramos lecturas más exactas:



Fuentes de calor para forjado.

Básicamente disponemos de dos tipos de combustibles, los sólidos y los gaseosos.

Combustibles sólidos (se usan en las fraguas de herrería con el aporte de aire por un soplador):

Coque

El **coque** es un combustible obtenido de la destilación de la hulla (La **hulla** es una roca sedimentaria orgánica, un tipo de carbón mineral que contiene entre un 45 y un 85 por ciento de carbono. Es dura y quebradiza, estratificada, de color negro y brillo mate o graso) calentada a temperaturas muy altas en hornos cerrados.

Antiguamente el carbón de coque era el combustible más utilizado por los arreglos, disco que tiene el problema de ser bituminoso por lo cual emite humos que debemos ventilar muy bien de nuestro taller ya que son perjudicar perjudiciales para la salud.

Carbón vegetal

El **carbón vegetal** es un material combustible sólido, frágil y poroso con un alto contenido en carbono (del orden del 80%). Se produce por calentamiento de residuos vegetales, hasta temperaturas que oscilan entre 400 y 700 °C, en ausencia de aire.
Hoy en día por la dificultad de conseguir coque y por motivos de salubridad se utiliza directamente carbón vegetal del cual podemos comprar en supermercados y mercados de todo el país. Este carbón tiene menor capacidad calorífica y consumiremos mayor volumen que con el de coque, pero para nuestra tarea no genera diferencia apreciable de costo, se lo encuentra fácilmente y es mucho más fácil de encender.

Combustibles gaseosos:

Gas envasado:

El gas envasado tiene mayor capacidad calorífica que gas natural que recibimos por la red domiciliaria, es principalmente butano mezclado con otros gases, es la mejor opción para quienes no tienen gas natural y desean evitar los combustibles sólidos.

El gas envasado necesita quemadores diferentes a los del gas natural, por otro

lado, debemos tener en cuenta que hay que disponer de reguladores de presión, no se puede conectar directamente la garrafa a la fragua.

Uno de los problemas del uso de gas envasado es que por la expansión del gas dentro de la garrafa este se enfría y baja la presión del sistema, para solucionar este problema se pueden usar garrafas en paralelo o hasta alguna gente pone las garrafas en un baño de agua tibia.

Gas natural de red:

Este gas se basa en metano. Es muy importante tener una buena presión y caudal de gas en el caso de usar esta opción, al ser menor su capacidad calorífica la cantidad de comburente, es decir gas, debe ser suficiente. Se recomienda tener una alimentación de diámetro generoso y lo más cercana posible al medidor, es decir tomar nuestra fuente de gas de una salida de media pulgada de una estufa que se encuentra a muchos metros del medidor y por ende con pérdida de carga, es decir, muchos codos, curvas, etc. Hará insuficiente la presión de gas y o su caudal.

FINALMENTE: HACIENDO CUCHILLOS.

Los errores del principiante (desde mi punto de vista)

Esto es MUY IMPORTANTE desde mi punto de vista.

- Comenzar con el síndrome de la Katana o la espada de Carlomagno. Esto proyectos son imposibles de realizar sin mucha experiencia previa. Terminan en la basura y desmoraliza.

- Síndrome del INOXIDABLE. Un cuchillo como herramienta cumple las mismas funciones en un acero al carbono como en uno inoxidable, pero éste último es mucho más difícil de templar y más caro, hay que ser riguroso con las temperaturas, horno eléctrico con foil anti decarburado o baño de sales. *Olvidárse para comenzar del inoxidable es un buen consejo.*

- Síndrome de YO LO HAGO GRANDE. La complejidad de realizar un cuchillo es proporcional al tamaño, no es lo mismo desbastar simétrico 12 o 15 cm de hoja que 40 cm. Comiencen con cuchillos sencillos, de bisel plano (no cóncavos u ondulantes). Paso a paso. El mejor cuchillo es “el primero ***correcto*** que hacemos” sin importar el tamaño.

- Síndrome del SUPER ACERO, tratar de comenzar con aceros especiales de aleaciones que necesitan tratamientos térmicos muy finos y específicos. Hay que arrancar por aceros al carbono 1070, 1095, 5160 (aleado con cromo, pero levemente), W1 de limas, etc. NADA DE M-390 INOX DE ÚLTIMA GENERACIÓN.

- El síndrome del LIJADOR OBSTINADO. En las primeras hojas es preferible no gastar tiempo en lijar a espejo, hay que tener una pieza bien conformada y tratada térmicamente, que sirva. Hacer varias hojas, desarrollar nuestro conjunto de habilidades. Todo es un equilibrio.

- EL DETALLISTA, tratar de hacer una hoja perfecta de la primera vez. Esto de hacer cuchillos como toda técnica tiene una curva de aprendizaje, respetémosla. Esto no quiere decir no prestar atención al aspecto general, es no estar con un calibre midiendo si hay media décima de diferencia de espesor entre espiga y mitad de la hoja.

- LOS DEL SUPER EQUIPAMIENTO. Son los que compran equipos caros y aún no hicieron un cuchillo, es más, ni saben si lo seguirán haciendo. Compren buenas herramientas, una lima que no lima no sirve, pero no hay que arrancar con una fresadora con tablero digital.

- DECIME COMO SE HACE. No desarrolla su propia técnica. Por ejemplo, en el desbaste, cada uno tiene su técnica, no hay una mejor que la otra, la tuya puede ser la mejor si te da buenos resultados. No copies por copiar. Prueba y si sirve se incorpora.

- EL ACERO INCOGNITO REGALADO. Comenzar a trabajar con el acero que nos trajo un amigo que lo encontró. Ese fierro puede ser cualquier cosa, desde acero no templable hasta un acero especial de maquinaria que no sabremos nunca como hacerle un tratamiento térmico. Comiencen con aceros baratos y conocidos.

- LA METALURGIA NO IMPORTA. Gran error. No hay que hacer un doctorado, pero debemos conocer bien los tratamientos térmicos y realizarlos adecuadamente. Por el acero para la cuchillería y si no conocemos cómo tratarlo no llegamos a ningún lado.
- LOS QUE DEPENDEN DEL MAESTRO COMO DEL PSICÓLOGO. Es bueno tener alguien con experiencia para consultar al comenzar o tomar algunas clases, pero no es cuestión de tomarlo como la revelación de los dioses. DEBEMOS HACER NUESTRA EXPERIENCIA EN TODAS LAS TAREAS. Leer, ver videos, analizar trabajos terminados de otros, manos en el fierro… experiencia propia.
- LA SALIDA LABORAL. Pensar que con la cuchillería en forma rápida podrán vivir de ella, nada más alejado de la realidad. Lleva mucho tiempo terminar un buen cuchillo vendible.

¿Con qué cuchillo comenzar?

El hacer un cuchillo conlleva el conocimiento de varias técnicas y uso de diferentes elementos. Es fundamental que vayamos incorporando los conocimientos a través del tiempo y yendo de lo más sencillo a lo más complejo.

Si queremos hacer una daga de 4 mesas con un guardamano labrado y pomo roscado lo más seguro es que nunca lo terminemos y todo termina en el tacho.

Comencemos con un cuchillo de hoja y espiga plana, es decir sin ser integral por forja ni con bolsters, para esto un full tang (espiga completa es lo mejor) ya bastante tendremos para aprender con estos modelos.

La longitud de la hoja (y la pieza en total) debe ser no muy larga, 15 cm de hoja y 12 cm de espiga es una medida correcta.

Con estas geometrías y bajo estas premisas se pueden hacer hermosos cuchillos.

Solo algunos ejemplos en una sola foto (fuente internet)



Todos estos cuchillos cumplen lo arriba dicho.

¿FORJA O DESBASTE PARA HACER UN CUCHILLO?

Una hoja de cuchillo se puede realizar de dos formas, forjando el acero de la misma a alta temperatura por medio de un martillo y un yunque calentándola a una determinada temperatura y dándole forma con el martillo o tomando un fleje de acero de un determinado espesor y desbastarlo hasta disponer de la forma de la hoja deseada.

Desde ya la forja no nos permite disponer de una hoja terminada, sino que lo que tenemos es la figura de un cuchillo ya aproximada en espesor, longitud y ancho, luego habrá que desbastar hasta lograr tener los biseles y terminaciones superficiales que deseamos.

Cuando hablamos de desbaste este siempre se realiza a partir de acero sin templar, es decir que no tiene un tratamiento de endurecimiento previo, generalmente los aceros vendidos vienen en esa condición, pero si utilizamos un acero que ha sido parte de una maquinaria u otro elemento es muy factible que se encuentre templado, es decir que ha pasado por un tratamiento térmico de endurecimiento por lo cual deberemos realizar un proceso llamado recocido para ablandarlo y hacerlo manejable con las herramientas de desbaste. (ver el capítulo tratamientos térmicos más adelante)

Como ejemplo de un acero reciclado que es comúnmente utilizado en la cuchillería podemos mencionar al utilizado para hacer flejes de elásticos automotrices, ese acero está templado para lograr su máxima dureza y generalmente se observa que tiene la curvatura que correspondía al elástico, no podemos utilizar ese acero de esa manera, primero como veremos debemos prepararlo para poder realizar la hoja.

Se discute mucho respecto a si es mejor una hoja de acero forjado o desbastada, esta discusión se basa en que durante el proceso de manufactura de los fleje acero, se generan fibras por el estirado desde el tocho hasta el fleje en caliente pasando varias veces entre rodillos cada vez más cercanos que según los viejos y tradicionales Herreros mejoran las prestaciones del cuchillo, sin embargo hoy en día con los aceros disponibles y a efectos de comenzar en esta actividad diremos que tanto uno como el otro son equivalentes.

En lo personal y luego de haber leído diferentes posturas diría que no existen grandes diferencias entre un proceso y el otro si bien el forjar tiene un contenido y simbolismo mucho más fuerte que el desbaste al menos para mí.

El proceso de hacer un cuchillo por desbaste:

Elegir el tipo de cuchillo que vamos a realizar:

No es lo mismo una daga que un criollo o un machete. Es importante tener un diseño que nos indique los largos, anchos y espesores. Cuando elegimos qué vamos a hacer debe estar de acuerdo con las herramientas y elementos que disponemos, no podemos hacer una Katana si no poseemos los medios adecuados para conformarla, pulirla y templarla.



Selección del acero que vamos a utilizar

Un criollo tradicional se hace con acero al carbono SAE 1070 o similar si bien se usa mucho el SAE5160 por ser económico y fácil de conseguir, un machete se puede hacer en SAE 5160 o 9260, aceros que tienen buena templabilidad (son hojas más gruesas) por el agregado de aleantes que mejoran la tenacidad que es importante en una hoja larga y sometida a mayores esfuerzos. Si se trata de un cuchillo para usar en el mar sin dudas hay que ir a un buen inoxidable.

También podemos optar por reciclar un acero, es decir utilizar una parte de una pieza como por ejemplo un disco de arado que es un acero al carbono 1070 con agregado de boro, o un 5160 que es el acero utilizado para los elásticos de los automóviles, un 9260 que se utiliza en los espirales de amortiguación de vehículos o un 52100 que es el acero que se utiliza en las

pistas rodamientos (cuidado que hay rodamientos modernos que son cementados, es decir que solo las pistas están endurecidas pero el alma es blanda).

Mi recomendación para comenzar es utilizar para comenzar el SAE 5160 ya que se puede conseguir nuevo o usado siendo su precio muy económico. Éste acero además es fácil de templar y revenir, no es necesario ajustarse demasiado a las especificaciones técnicas del tratamiento térmico, siendo lo que se denomina un acero que perdonan errores. Este acero tiene buena dureza luego del temple y presenta una buena tenacidad.

Si el acero es reciclado como dijimos antes seguramente estará tratado térmicamente y por lo tanto será muy duro sobre todo si es un W1 proveniente de una lima, la primera parte del proceso por lo tanto será ablandar lo por medio del recocido ya explicado en los tratamientos térmicos.

Lo primero que debemos hacer es seleccionar una plancha de acero con la cual realizaremos nuestro cuchillo, ésta puede provenir de material nuevo o de material usado como por ejemplo en el acero 5160 que generalmente lo conseguimos de fleje usados de elásticos de automóviles.

Sin dudas el tamaño del fleje tiene que estar acorde con el tipo de hoja que realizaremos, en este proyecto será un drop point de espiga oculta, de aproximadamente 14 cm de largo por un alto de la hoja de 3 cm y buscaré un espesor de aproximadamente 4 mm en el lomo.

En este caso estoy utilizando una plancha de acero damasco hecho en eslinga de acero 1070, uso este tipo de acero ya que su superficie no es regular y quiero mostrar cómo se rectifica la hoja como parte del proceso, si el acero es nuevo y tiene sus superficies perfectamente rectificado su plano no hace falta realizar esta tarea.

Es muy útil disponer de plantillas con las figuras de diferentes tipos de cuchillos, éstas se encuentran en Internet o en los foros donde encontraremos una multiplicidad de formas y tamaños, adjuntaré al final de este texto alguna plantilla general para poder realizar los primeros proyectos por parte de ustedes.

Ya teniendo el modelo elegido con una fibra paso la imagen del papel al metal, a mí no me gusta personalmente al milímetro la forma de la plantilla, me gusta la forma general, la adopto, y luego la dibujo introduciendo pequeños cambios según me guste.

Como el fleje de damasco que tengo es de aproximadamente unos 50 cm dibujé tentativamente tres diferentes hojas y una de ellas es la que voy a utilizar.

Trazado de la forma del cuchillo sobre el fleje o pieza metálica:

Existen una cantidad inmensa de formas de cuchillos aun cuando ellos estén destinados a una misma tarea, se dispone de plantillas que muestran sus dimensiones y formas lo cual nos permite pasar esa geometría al fleje utilizando por ejemplo corrector líquido.

Debemos tener en cuenta que es muy importante mantener las proporciones entre hoja, cabo, espesor y altura, de otra manera, tendremos un engendro desproporcionado.



Desbaste de la pieza:

Con la pieza ya dibujada utilizaremos una amoladora con disco de corte de 1 mm aproximaremos cortamos rectas tangentes lo más cercanas posible a la forma de la hoja que hemos dibujado, tengamos en cuenta que no es posible con este dispositivo realizar curvas ya que el disco plano. Si disponemos de una sierra de banda podemos cortar perfiles curvos siempre y cuando su radio de curvatura sea grande, por ejemplo, no es posible hacer un ángulo a 90°.

Es muy importante que el ricazo en la conjunción con el cabo esté en ángulo recto, para esto utilizamos una escuadra para tener un ángulo de 90°. El dispositivo que se ve con dos tuercas en la foto siguiente es una pequeña morsa hecha en material muy duro que nos sirve de guía para realizar cortes y desbaste sin pasarnos de ese límite.

Recuerden que siempre tendremos tiempo para seguir desbastando si es que tenemos material, **pero si nos hemos pasado no hay forma de volver atrás**, eso es irreversible, por ejemplo, si un ricazo quedó diferente de un lado que del otro la única forma de solucionarlo es acortando el más largo que sean iguales, si una parte del filo la desbastamos de más, quedando la altura de la hoja más pequeña tendremos que llevar toda la hoja a ese tamaño ya que es imposible reponer material.

En la siguiente foto podemos ver las tres hojas sobre el fleje de acero, parto por fijar una pequeña morsa que es muy útil para poder lograr hacer el corte en la intersección del ricazo con la espiga, es muy importante que comprobemos que está en escuadra con el eje del fleje, una vez escuadrado apretando las tuercas de la morsa ya podemos comenzar con el corte



.

Utilizando una amoladora de mano pequeña cortamos a filo de la morsa hasta llegar al dibujo de la espiga por ambos lados y luego desde el fondo realizaremos los dos cortes longitudinales que dejarán la espiga ya formada en el fleje.



En esta foto vemos que el espesor de la planchuela superior a los 5 mm y que la espiga es relativamente corta, respecto al espesor no importa ya que tendré que rectificar ambas caras de la hoja porque el damasco no está perfectamente plano. Siendo la espiga corta voy a mostrar luego como se suelda una cola de metal de espesor equivalente a la espiga final para prolongarla.

Una vez alineada en perfecto ángulo la morsa ajustamos las tuercas y con la amoladura de mano con un disco muy fino realizamos los dos primeros cortes que serán el respaldo entre ricazo y cabo.



Luego cortamos en forma longitudinal hasta el final de los cortes anteriores para así tener una espiga con una forma aproximada a la final que la lograremos por desbaste con lima o lijadora.

Veremos luego que no es conveniente dejar ángulos vivos a 90° o menos ya que son concentradores de tenciones por una dinámica específica que no detallaremos aquí, lo ideal es que entre espiga y hoja se disponga de un radio curro que evite el canto vivo, de tres a 5 mm es suficiente para evitar dicha concentración de esfuerzos.



(HE REALIZADO UNA ESPIGA CORTA PARA MOSTRAR LUEGO EL SOLDADO DE UNA PROLONGACIÓN DE ESPIGA)

Una vez aproximada la figura deberemos llegar al contorno definitivo de la misma para lo cual utilizaremos un disco de desbaste poniendo la hoja vertical en la morsa y desbastando hasta llegar al trazo de papel líquido en todo su perímetro.

A esta altura del proceso ya tenemos la forma del cuchillo siendo este de espesor uniforme por lo cual es el momento marcarle el eje del filo, esto es muy importante, **el filo debe quedar en el centro de la hoja**, para esto mediremos el espesor del fleje que tenemos y marcaremos el centro con lápiz del papel líquido una línea fina exactamente por el centro del espesor.

Ya es hora de comenzar el desbaste de los biseles, para esto comenzaremos marcando el rebaje en el ricazo e iremos desde el filo hacia el lomo en forma pareja por pasadas.

Es muy importante siempre tener en cuenta el cuidado de no pasarnos en la remoción de material, siempre hay tiempo para limar o lijar un poco más, pero si hemos desgastado de más ya es irrecuperable lo perdido.

En todo momento debemos ver que cada lado tenemos que llegar a la línea del centro de filo que hemos marcado previamente y teniendo en cuenta que debe quedar cuando esté pulido antes del temple con un espesor de aproximadamente 1 mm antes del mismo. Si este espesor es menor corremos el riesgo de que durante el tratamiento térmico se produzcan fisuras, si esto sucede la hoja queda inservible.

Una vez terminado el pulido grueso por desbaste debemos comenzar con el lijado fino, para esto utilizaremos lijas de diferente grano comenzando con una de grano grueso y bajando el mismo a la mitad una vez que todas las razas de la etapa anterior hayan desaparecido.

Por ejemplo, luego del amolado utilizando una madera plana de respaldo usaremos una lija de grano 80 al agua y lijaremos ambas caras de la hoja en el sentido longitudinal hasta que hayan desaparecido las rayas del disco de desbaste y solamente se vean las longitudinales de este lijado.

En este momento pasaremos a una lija de grano 120 y fijaremos con el mismo respaldo de madera perpendicularmente al sentido anterior veremos cómo las rayas gruesas del alija 80 van desapareciendo paulatinamente, una vez terminado el lijado con 120, es decir cuando ya no se veían las rayas producidas por alija anterior pasaremos a una lijar de grano 240 la cual utilizaremos perpendicularmente a la anterior o sea como lo hicimos con el grano 80 hasta que vuelvan a desaparecer las rayas del alija 120.

Para terminar con el proceso de lijado pasaremos a un alija 400 y ya tendremos la superficie de la hoja lista para el templado.

Perfilado del contorno de la hoja:

Aquí comienzo a dar forma a la hoja una vez que cortado lo más aproximado posible con la amoladora el perfil del cuchillo dibujado sobre el fleje.

Lo primero que hago es rectificar el lomo hasta que éste quede perfectamente plano, eso lo hago utilizando el plano rígido metálico de la lijadora con una lija de desbaste grueso de grano 36.



Ya rectificado lomo comienzo a bajar la nariz del drop point según está dibujado, las líneas que se observan transversales a la longitudinal de la hoja me indican que el bisel va ser completo desde el filo hasta el lomo y plano.



Ahora comienzo a darle forma a lo que será el filo del cuchillo, empezando por la punta y bastando hasta tener el plano entre la curva de la misma y hasta el final del ricazo.



En la siguiente foto podemos ver que el fleje ya tiene la forma de la hoja y la espiga que habíamos cortado previamente.



Rectificado de ambas caras:

Para rectificar la hoja que utilizó un dispositivo muy sencillo, es un caño de hierro estructural de 4 cm de lado al cual le he pegado dos imanes, esto es para no tener que estar trabajando con una pieza que se va a calentar mucho y por lo tanto tener que enfriar la continuamente, es decir que trabajando con este dispositivo puedo ahorrar el tiempo enfriado si bien cada tanto es necesario sumergir la hoja en agua para bajar su temperatura.



Una vez montado la hoja sobre el dispositivo directamente la ocho en forma pareja sobre el plano metálico vertical de la lijadora, observen aquí las características de las chispas que muestran eflorescencia como estrellasal final de las mismas eso nos dice que es un acero con alto contenido de carbono, recordemos que la linda con la cual se hizo el acero damasco era de acero 1070.



Aquí podemos ver como ha quedado ya una de las caras rectificada, ha quedado perfectamente plana desde la punta hasta el final de la espiga.



Aquí observamos la diferencia con la cara aún no rectificada del fleje de acero.



Con la misma técnica que en la cara anterior rectificamos la segunda cara y vemos como ha quedado una vez terminado el proceso.



Como había dicho mi proyecto buscaba tener 4 mm de espesor, así que seguí desgastando la hoja hasta tener los 4 mm, abajo podemos ver que ya desde los 6 mm máximos que había en el material de origen tengo una hoja rectificada por ambos lados uso espesor es de 4.18 mm.



La siguiente foto ya nos muestra la hoja perfilada y rectificada como para poder trazar el eje del filo que será nuestra próxima tarea



Es de suma importancia que el filo quede centrado en el eje de la hoja, es muy desagradable ver si ellos donde está desplazado hacia uno de los lados o no está correctamente aliñado es decir se observan desviaciones en el mismo.

Para realizar el trazado del eje utilizó tinta de dibujo sobre metal y un dispositivo que dispone de una punta de widia el cual se puede ajustar muy precisamente hasta tener el eje, no es necesario disponer de este dispositivo para realizar el trazado, se puede utilizar marcador de alcohol y con una punta una vez medido el punto medio con un poco de paciencia haciendo correr la punta desde el ricazo hasta la nariz del cuchillo



Para realizar el desbaste de los biseles mi técnica es poner nuevamente la morsa hasta el comienzo del ricazo ayudado con la escuadra para que quede a 90° y hago el desbaste del encuentro entre bisel y ricazo por ambos lados como primera tarea.



En esta foto podemos ver cómo ya tengo desbastada la hoja en el encuentro ricazo filo por ambos lados, no ten que he dejado 1 mm aproximadamente de espesor en el filo y no he llegado con el desbaste hasta el lomo, sino que sólo es subido el bisel hasta aproximadamente a algo más de la mitad de la hoja, una vez terminada esta tarea comenzaré a profundizar los biseles es hasta llegar al lomo ya que mi proyecto era de bisel plano de filo al mismo.



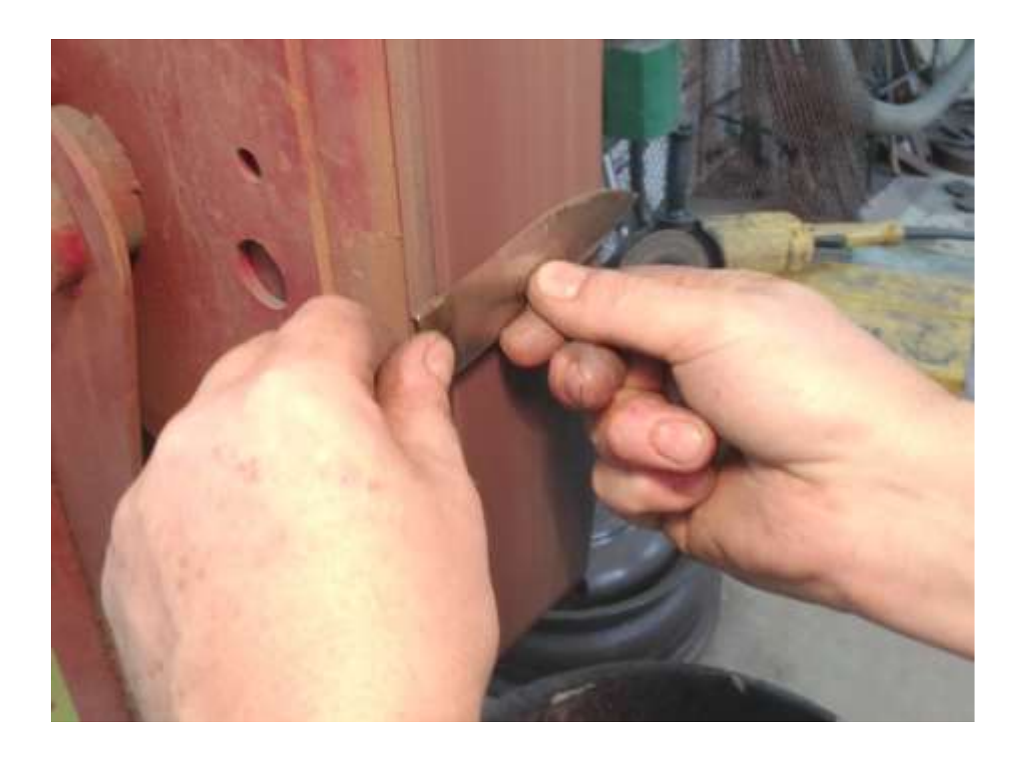
Aquí vemos como continúo desbastando, ahora desde abajo hacia arriba subiendo el bisel teniendo siempre cuidado de que no debo desbastar el milímetro que ya tenía marcado en el filo y ese milímetro debe conservarse con medio milímetro a cada lado de la línea trazada como eje filo.



Observen la posición de las manos y de la pieza durante el desbaste del bisel, la hoja está en contacto plano contra la lija y tengo el filo hacia arriba con lo cual puedo ver tanto la línea del centro de filo como el espesor del mismo para que sea parejo de 1 mm desde el ricazo hasta la punta de la hoja.



Una vez terminada una de las caras de la hoja paso a la siguiente y pueden ver que la posición de las manos es exactamente igual pero tomando la en forma inversa es decir la espiga con la mano izquierda y el lomo con la mano derecha, hay que tener en cuenta que solamente unos pocos segundos podemos mantener la hoja sobre la lija ya que ésta se calentara muy rápidamente por lo cual hay que sumergir la enagua, para esto tenemos un tacho directamente debajo del plano de la lijadora que no sirve para refrigerar la hoja y aparte para recibir las chispas del desbaste y que no vayan a parar al suelo.



Ya habiendo terminado el desbaste grueso de ambos lados es el momento de prolongar la espiga ya que los 3 cm que tenía no eran suficientes para tener una buena inserción en el cabo del cuchillo.

Para soldar la espiga es muy útil utilizar una pinza Atlas de doble agarre ya que no posiciona tanto a la espiga como al suplemento en una línea, pueden ver que he elegido para el suplemento un acero de igual espesor y ancho que la espiga.



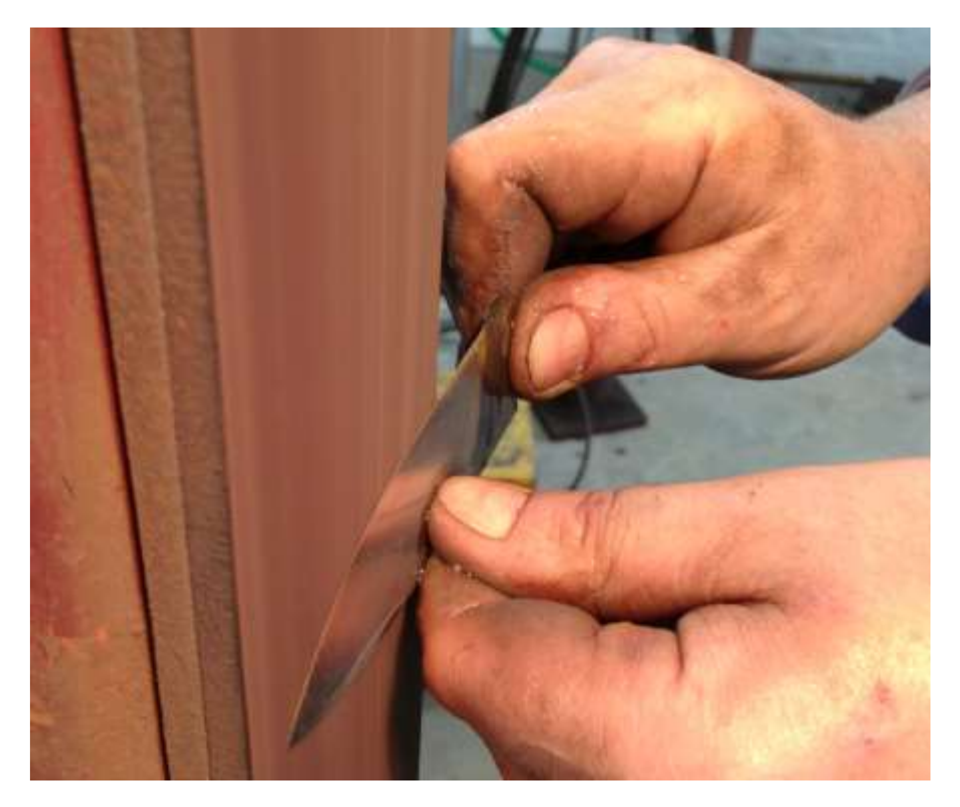
Con la soldadura eléctrica y un electrodo de 2 mm sueldo la prolongación a la espiga.

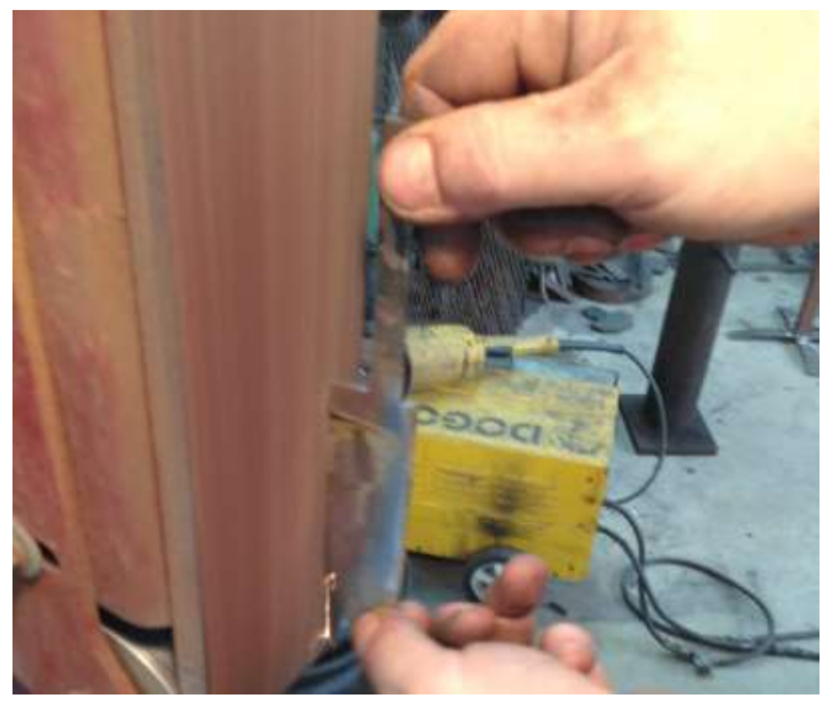


Finalmente, con una amoladora y en forma gruesa emparejo la soldadura y ya disponemos de una espiga adecuada para recibir un cabo con buena resistencia, el perfil de la espiga por supuesto no está terminado, sino que existe material en demasía el cual luego se desbasta adecuadamente para dar la forma que necesite en el encabado.



Ya con la espiga soldada y el desbaste grueso terminado paso a un lijado más fino borrando las rayas gruesas del alija anterior desbaste, repaso ambos lados de la hoja, así como el lomo y la forma del filo, esto lo podemos ver en las siguientes fotografías.







Una vez terminado todo este proceso con una lija 220 la hoja está lista para ser templada lo cual procederemos hacer.

Agujereado para los pasadores del cabo (en el caso de cuchillos con espiga completa):

Todos los procesos de mecanizado como por ejemplo los agujeros de pasadores *deben realizarse antes del temple* ya que luego no será casi imposible poder hacerlo, para esto seleccionaremos una mecha del diámetro adecuado al tipo de pasador que vamos a utilizar. Por más que la espiga no debe templarse, la parte más cercana a la hoja se endurece por un temple parcial y es difícil de poner pasadores en esa zona si el temple avanzó sobre la misma.

Para que los orificios de los pasadores nos queden bien posicionados pasaremos una línea por el medio de la espiga y marcharemos los agujeros debiendo quedar equidistantes. La estética es importante y esos detalles ya deben estar adecuadamente definidos en nuestro primer paso, la elección del tipo de cuchillo y su respectivo dibujo o plano.

Con la agujereadora de mano y una mecha para metales haremos los agujeros cuidando mantener vertical la mecha respecto de la superficie. Para esto ayuda mucho una agujereadora vertical, las hay de hobbystas que son económicas y sirven para estas tareas.

Con una lija deberemos eliminar las rebabas que la mecha pudo haber dejado del lado de salida ya que necesitamos tener dos superficies bien planas para recibir las cachas de madera ambos lados de la espiga.

Templado de la hoja.

Una vez concluido todo el proceso de lijado y mecanizado de los agujeros, ya estamos listos para realizar el templado de la hoja.

El medio de temple más utilizado para los aceros al carbono es el aceite (si bien hasta el 1070 se puede templar al agua), podemos utilizar aceites livianos como los utilizados para motores de autos. Hay fórmulas antiguas que mezclan 2 partes de aceite con una parte de líquido de freno, esto le baja la viscosidad y mejora el temple, pero no hace falta para comenzar con aceros convencionales.

Lo mejor es usar aceites especiales de temple como la serie Cauquén de YPF siendo el Cauquén 12 un aceite liviano el más utilizado para estos menesteres, estos están formulados de tal manera que permiten controlar una cantidad de parámetros importantes como por ejemplo la velocidad de enfriamiento, acortar la etapa de vaporización (apenas entra la hoja sobre 800 C° se produce vapor de aceite a su alrededor), el no realizar burbujas al llegar a la temperatura de ebullición una vez acabada la vaporización y mantienen su viscosidad lo cual da uniformidad y superficies con menos suciedades.

Antiguamente también se utilizaba grasa de vaca o de cerdo, pero esta por los olores que despide no la considero recomendable.

La parafina también es un buen medio de temple, pero se utiliza principalmente para realizar lo que se llama temples diferenciales, es decir donde no toda la hoja base de endurecida sino solamente la parte del filo.

Los medios de temple se pre calientan a aproximadamente 60 C° antes de introducir la pieza, eso mejora las propiedades de viscosidad aumentando la conexión del fluido alrededor de la hoja.

El volumen del medio de temple, en este caso hablamos de aceite, debe ser proporcional al tipo de pieza que vayamos a forjar, recordemos que es necesario bajar la temperatura en un tiempo corto para que la austenita se convierta en martensita, si disponemos de poco volumen de aceite lo que sucederá es que éste se calentará al introducir la pieza y subirá la temperatura por arriba de la cual se produce la transformación en martensita por lo tanto es importante tener un volumen generoso de aceite.

Un tacho de 4 litros como los de pintura con aceite es suficiente para templar una hoja cuya altura nos permita introducirla completa hasta un poco más del ricazo ya que no templaremos nunca la espiga ya sea ésta completa o escondida, es necesario que buscamos quede mucho más tenaz y por lo tanto menos frágil.

Para calentar el aceite podemos utilizar una barra de hierro la cual pondremos al rojo en la fragua y la introduciremos en el tacho de aceite revolviendo para que se uniformice la temperatura. La experiencia nos dirá cuanto tiempo dejarla para n pasarnos de temperatura.

Cuando ya tenemos el aceite preparado, pondremos la pieza en la fragua hasta que la misma logre tener una temperatura que haga al acero anti magnético (recordemos aparte la tabla ya mostrada de colores y temperaturas), en ese estado sabemos que la misma está austenizada.

Recordemos que no debemos sobrepasar en mucho la temperatura de austenización ya que de esa manera produciremos agrandamiento de granos en el material lo cual disminuye la calidad de nuestro acero.

Con un imán unido a una varilla o alambre podemos pasarlo sobre la hoja y ver si ya no es retenido por el acero, cuando esto sea así introduciremos la hoja en forma vertical en el centro del recipiente del temple sin mover la hoja lateralmente hasta que la misma esté a la temperatura de todo el baño, podemos mover la hoja, pero solo en el sentido del lomo hacia el filo.

Si movemos lateralmente la hoja la superficie que enfrenta el movimiento se enfriara más rápidamente que la superficie que queda tras generando gradientes de temperatura que tenderán a deformar la hoja, esto se debe a que la masa de líquido más cercana al borde se encuentra más fría que el centro.

Cuando la hoja sale del baño de temple observaremos que han quedado residuos los cuales deberemos remover por primero con una viruta gruesa y luego por el lijado hasta el acabado definitivo.

De aparecer irregularidades superficiales como por ejemplo lunares o estructuras como estrellas implica que nos hemos pasado de temperatura, aquí podemos tomar dos caminos, sino son áreas grandes, la lijaremos aun sabiendo que en esas zonas ha habido un sobrecalentamiento y por lo tanto un empobrecimiento en el tamaño de grano deseado. O si observamos que esto es generalizado y muy notorio es conveniente tomarnos el tiempo de hacer un recocido para reestructurar la red cristalina del acero por medio de un recocido y luego realizar el temple a la temperatura correcta.

SEGURIDAD. Es muy importante que sepamos que como pondremos una hoja al rojo dentro de un combustible como lo es el aceite se van a producir llamas, no debemos asustarnos, las mismas serán cortas y se apagarán cuando haya bajado la temperatura, lo peor que podemos hacer es por asustarnos mover la pieza volcando la aceite y que el mismo se prenda fuego en el suelo de nuestro taller. Siempre debemos tener un extinguidor de polvo y un balde de arena que son los métodos para apagar combustibles encendidos.

Si utilizamos una pinza de mango largo no será necesario tener guantes de protección puestos, pero si lo hacemos con una pinza corta es fundamental ponerse guantes de herrero o de soldador.

Como es lógico luego del temple de la hoja la temperatura del aceite ha subido significativamente y dependiendo del volumen del mismo a mayor volumen habrá menor calentamiento y a la inversa si el volumen es menor se habrá calentado mucho más. Es importante tener en cuenta esto si es que vamos a templar más de una hoja a la vez lo cual muchas veces puede suceder, se terminan dos o tres hojas y luego se le hacen los tratamientos térmicos correspondientes, el asunto es que con cada inmersión de una hoja sigue subiendo la temperatura del baño de temple haciéndolo llegar a un punto en el cual ya no templar a adecuadamente a las hojas siguientes, en estos casos es fundamental que dejemos enfriar la temperatura del baño para poder recibir otra hoja.



Para calentar el aceite utilizo una barra de acero la cual la pongo en la fragua hasta que te al rojo y luego la introduzco en el tacho con aceite, hay que tener cuidado porque siempre se desprenden llamas ya que la barra tiene una temperatura muy superior al punto de inflamabilidad del aceite, hay que estar prevenidos y no asustarse, lo peor que nos puede suceder es en el susto volcar el tacho y tener aceite encendido en el suelo del taller. Si la barra no es larga es conveniente utilizar guantes de protección y saber que no sucederá nada si actuamos correctamente.



Esta llama que vemos en menor medida aparecerá cuando templaremos las hojas, por favor sepan que esto va suceder y eviten mover la barra de calentamiento o las hojas volcando el tacho de temple, es error significa varios litros de combustible desparramado por el piso del taller prendido fuego.



Una vez introducida la barra revuelvo para uniformizar la temperatura dentro del tacho cuando ésta ha descendido la llama se apaga automáticamente y si no lo hace y queda en auto ignición con un trapo tapando la boca del recipiente inmediatamente se apaga por falta de oxígeno.

Podemos ver en la siguiente foto que hay procesos competitivos muy fuertes de abajo hacia arriba que son masas o corrientes calientes de aceite que se mueven en forma ascendente.



Vuelvo tomar la temperatura y ya estoy en 78 °C es decir que la aceite está listo para ser utilizado, siendo mi tacho de temple grueso absorberá calor y bajar a algunos grados la temperatura del medio de temple (el aceite) pero estará en un rango adecuado.



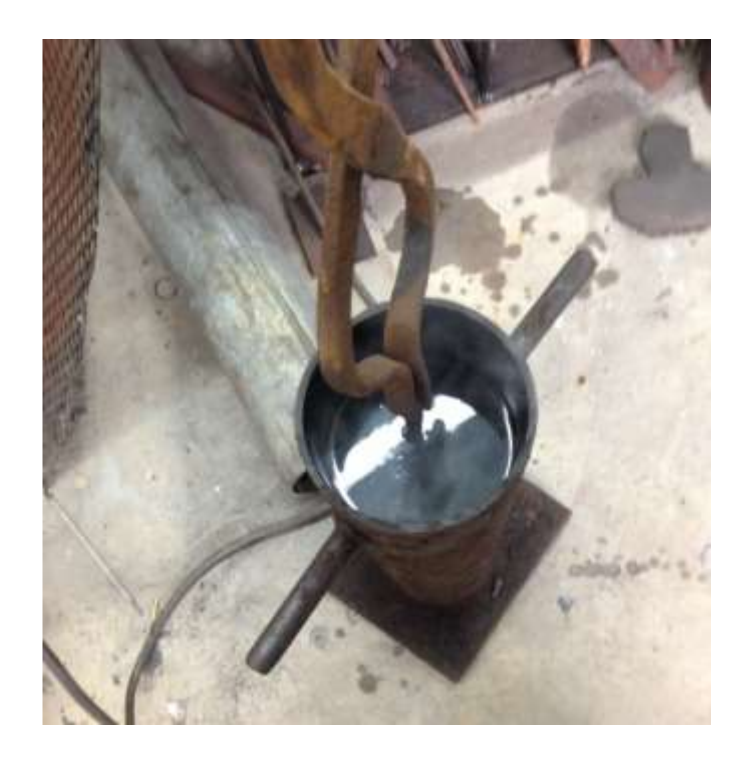
No voy utilizar mi horno eléctrico para tratamientos térmicos ya que tal vez muchos de ustedes no dispongan de este tipo de equipamiento, lo voy a hacer por medio de la fragua, para esto no pongo mi hoja directamente expuesta la llama sino que introdujo dentro de la cavidad de la fragua un tubo cuadrado o redondo más largo que la hoja uniformizará las temperaturas, sin dudas el filo y sobre todo la punta de la hoja por tener muy escaso espesor van a calentarse más rápido pero esto es inevitable utilizando esta forma el templado, en un horno de tratamiento térmico la temperatura es uniforme en todo el horno y el gradiente térmico es mucho menor por lo cual toda la pieza se calienta en una forma mucho más uniforme.

Tenemos dos formas de saber cuándo hemos llegado a la temperatura de temple, una es por medio del color de la hoja y la otra es utilizando un imán y buscando cuando toda la hoja está no magnética, es decir que el imán no se pega a ella. Cuando el acero está austenizado y por lo tanto a temperatura de temple pierde la propiedad magnética así que el uso del imán es un muy buen indicador de que hemos llegado a la temperatura adecuada cuando éste ya no se pega a la hoja.





Habiendo llegado a la temperatura necesaria (es muy importante no pasarse de temperatura, una mayor temperatura no implica una mayor dureza o un mejor temple, todo lo contrario, el material cambia su forma de grano y tendremos una hoja de grano grueso con menor calidad que una templada a la temperatura adecuada), sacamos la hoja y la introducimos verticalmente en el tacho de temple pero no introducimos la espiga, si no que solamente sumergimos hasta el ricazo la misma, la espiga debe quedar tenaz, es decir sin templar, de esta forma no quedará fragilizada, por el espesor y altura que tiene esta espiga no es necesario que sea templada.



En las dos fotos siguientes podemos ver las dos caras de cuchillo ya templado una vez que he pasado un cepillo de alambre para sacar la costra del aceite pegado a la superficie.

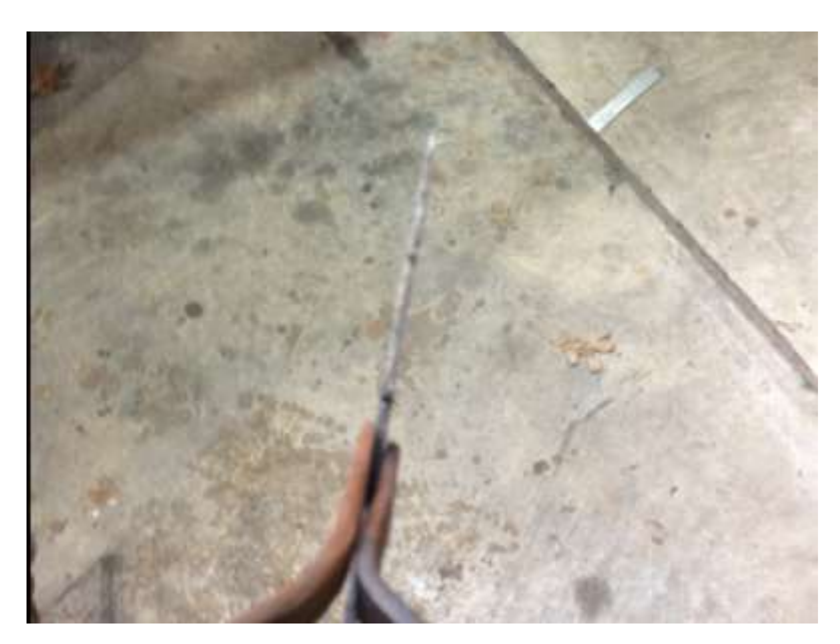
Observo por ambos lados que no haya fisuras, el acero 5160 es un acero con buenas templabilidad y muy noble para comenzar con los primeros trabajos, es lo que denominamos un acero que perdonan errores en el tratamiento térmico, pero igualmente debemos verificar que no haya fisuras, estas generalmente se presentan en el filo, son pequeñas y hay que observar su cuidado.





Habiendo verificado que no hay fisuras tenemos que ver si la hoja no se ha revirado manteniendo su eje.

Debemos tener cuidado luego del temple ya que la hoja está frágil hasta tanto le hagamos el correspondiente revenido, el tratar de enderezar una hoja templada si esta se ha salida de eje (curvado) lo debemos hacer con mucho cuidado ya que corremos el riesgo de quebrarla. Para enderezar hay que hacer un revenido y lograr que pierda así fragilidad.



Habiendo verificado que quedó recta ahora hacemos una prueba de Lima para ver si realmente hemos conseguido una buena dureza en todo el filo, para esto con una lima que muerda bien la pasamos por el filo como se muestra en la foto y notaremos que la misma no muerde la hoja y que produce un sonido agudo como si estuviéramos tratando de limar un

vidrio, es bueno practicar y en este momento tomar una parte del material virgen que nos sobró y hacer el mismo ataque con la lima sobre un canto y notaremos perfectamente la diferencia tanto como la lima atacan material y el sonido que emite.



Revenido de la hoja

Ya habiendo comprobado que tenemos una buena dureza es el momento de realizar el revenido de la hoja.

Apenas terminamos con el temple debemos realizar un revenido, en este proceso se producen reacomodamientos en la estructura cristalina haciendo perder algo de dureza, pero ganando en tenacidad, siempre debemos revenir la hoja templada.

Para lograr un revenido adecuado debemos superar los 190 °C, esto lo podemos hacer con el horno de nuestra casa poniéndolo al máximo, generalmente una hora de revenido es suficiente para lograr el reacomodamiento requerido para ganar tenacidad.

Sabremos la temperatura a la cual hemos llegado en el revenido por el color que tenga nuestra pieza del cual podemos comparar con la siguiente tabla.

Yo voy a utilizar mi horno de tratamiento térmico (no hace falta disponer de este tipo de equipamiento para un revenido), la temperatura que necesitamos se logran perfectamente para estos tipos de aceros con el horno de gas de la cocina de casa, al máximo este tipo de horno da entre 200 °C y 220 °C que son las temperaturas suficientes para realizar esta parte del tratamiento térmico.

Podemos tomar como referencia que una hora a esta temperatura es suficiente para lograr un buen revenido, sabremos a la temperatura que hemos llegado en la hoja porque ésta cambiara de color y con la tabla de referencia de colores para revenidos tendremos una lectura de la temperatura alcanzada.

Noten que la hoja la pongo en forma vertical para que calentamiento sea por ambos lados, es decir que no la ha puesto en el fondo del horno ya que una cara se calienta día más que la otra y tampoco la coloco cerca de uno de los laterales lo cual también se negarían calentamiento desparejo por estar más cerca de las resistencias de ese lado.



En la siguiente foto podemos ver que el horno está a 22 °C antes de encenderlo y lo he programado para que llegue a una temperatura de 200 °C la cual mantendré durante una hora o una hora y cuarto.



Perfilado de hoja con sensitiva:

Sobre una planchuela de acero damasco hecha por mi con 1090 y acero con níquel (uso polvos que se va del alcance de este libro) digamos 15N20, dibujo el contorno de la hoja del cuchillo y corto los excedentes más gruesos con la amoladora de mano y disco de corte.



La parte más difícil de perfilar es la curva de debajo de la espiga. Al ser curva no podemos seguir la forma con el disco.

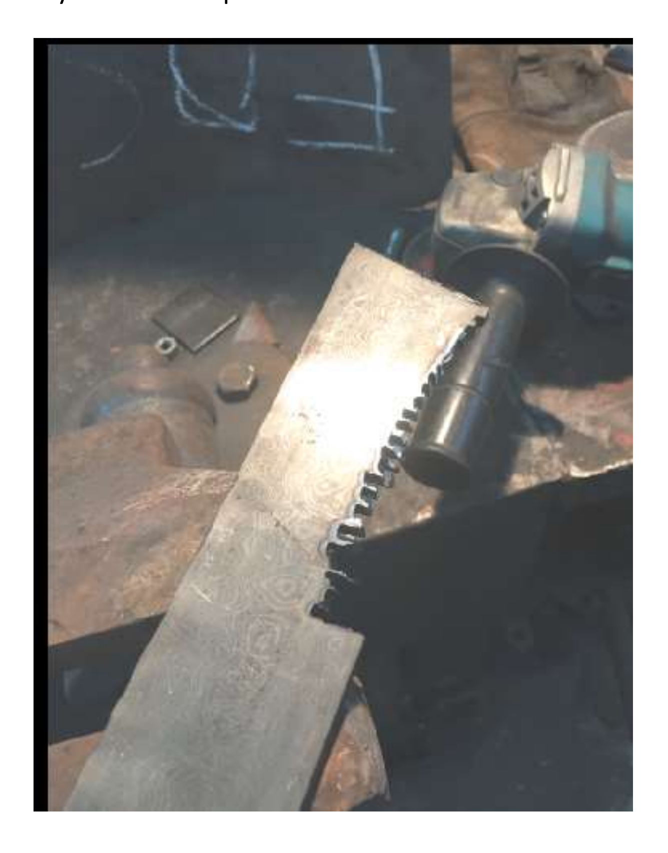
Si disponemos de una sierra sensitiva podemos realizar el siguiente trabajo



La hoja queda de la siguiente manera.



Ya es mucho más sencillo con el disco cortar los picos o usar un disco de desbaste, el material que queda es muy poco y se avanza rápido.



Ahora en la morsa y con disco de desbaste terminamos el contorno curvo de la espiga de abajo (en otro ejemplos he realizado esto con lijadora de manda pero para comenzar no hace falta tener una que es un elemento caro).



Anteriormente para rectificar la hoja usé la lijadora de banda, en esta oportunidad voy a usar la rectificadora de copa, una máquina cara pero que realiza el trabajo muy bien y rápido. El precio de las piedras de la copa es mucho más económico que el usar lijas de grano grueso. La pieza es tomada por un plato magnético.



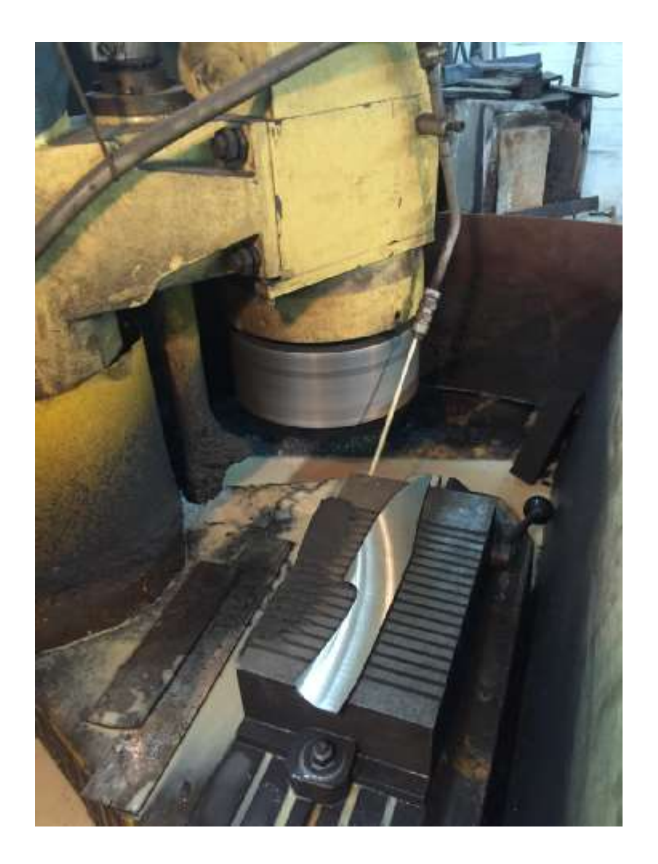
Como las piedras levantan mucha temperatura la máquina usa líquido refrigerante que es agua con aceite hidrosoluble.



Aquí vemos una cara ya rectificada.



Ahora la otra cara.



Aquí ponemos ver de canto la hoja, entre extremos tiene una diferencia de 2 décimas de mm. Esto es más que suficiente para nuestro trabajo, esta diferencia se debe a la calibración de la mesa magnética.



Ya con este nivel de pulido puedo hacer una prueba de ácido para revelar el patrón del acero damasco (se utiliza percloruro férrico al 50% en agua)

Desde mi punto de vista ha quedado bonito, una vez templado, revenido y bien pulido el patrón se verá más definido y más contrastado.

Nótese que la hoja no tiene biseles, solo ha sido rectificada y revelada.



Para este cuchillo voy a hacer un bisel cóncavo que es un tanto más difícil de realizar ya que usamos en lugar de un plano una polea expansiva o una polea de contacto en una lijadora de banda.

También le voy a hacer un contrafilo superior.



El lomo una vez hecho el contrafilo luce de la siguiente manera.



Del lado del filo lo vamos bajando hasta llegar a tener 1mm de espesor para templar, recordemos que se puede dejar algo más fino, pero no debemos exagerar ya que corremos el riesgo de que se fisure al templar.



Una vez desbastado vemos cómo cambia el patrón del damasco ya que fuimos cortando capas en este caso de forma cóncava.



La hoja aún no fue ni templada ni revenida. En la parte plana del ricazo hacia la espiga se mantiene el patrón del rectificado lo cual vemos en la siguiente foto.



Temple diferencial.

Este tipo de temple no trata térmicamente toda la hoja, se busca endurecer el filo y dejar el lomo de la misma muy tenaz.

Hay varias formas de hacerlo, básicamente tres:

1.- Llevar toda la hoja a temperatura de temple y sumergir solo el filo en el medio de temple que puede ser aceite pre calentado a 60 C° o también hay quienes usan parafina. El lomo del cuchillo no se sumerge.

2.- Templar toda la hoja y luego con un soplete de gasógeno calentar el lomo para destemplarlo.

3.- Calentar con soplete el filo hasta la altura deseada y a temperatura de temple (austenizado) para luego sumergir toda la hoja en el medio de temple. Voy a mostrar este último sistema en una hoja que luego usaremos para encabar.

A favor de austenizar toda la hoja y sumergirla parcialmente, tenemos el hecho de que podemos con el horno eléctrico controlar muy bien la temperatura y solo templamos (enfriamos) la parte que deseamos.

Temple diferencial con calentamiento del filo:

El temple diferencial lo podemos usar en aceros no aleados para generar líneas de temple pero también es usado en hojas muy grandes con variaciones importantes de sección ya que disminuye mucho la posibilidad de deformaciones, curvaturas y alabeos.

Como vemos en la siguiente foto se usa un equipo de gasógeno que es como uno de acetileno nada más que usa gas envasado y oxígeno.

Comenzamos para prender el soplete abriendo el gas, muy poco y encendemos, la llama debe ser continua y no desprenderse de la boquilla del soplete. Una vez logrado esto abrimos mínimamente el oxígeno y veremos que la llama amarilla de torna azulada por la completa combustión. Luego subimos un poco el gas y lo mismo con el O_2 hasta tener la llama que queremos.

CUIDADO, CON ESTE SISTEMA POR LA TEMPERATURA DE LLAMA QUE LLEGA A 3000 C° PODEMOS CORTAR EL FILO QUE ES MUY FINO O SOBRECALENTARLO DE TAL MANERA QUE AUMENTAMOS EL TAMAÑO DE GRANO DEL MISMO.

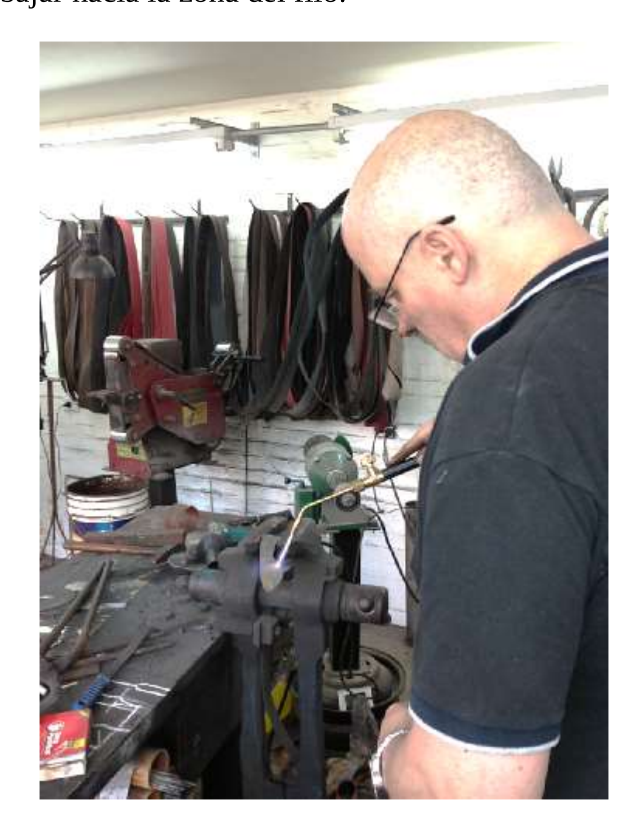
Comienzo pre calentando el lomo de la hoja, no me acerco al filo, si esta parte está fría nos cuesta mucho tener una porción a temperatura de temple desde el filo ya que el calor por conductividad se desplaza a la zona fría de más masa del lomo.

No se debe llegar a temperatura de temple en el lomo, solo llevarlo a unos 400 C° o algo más, luego calentamos el filo.

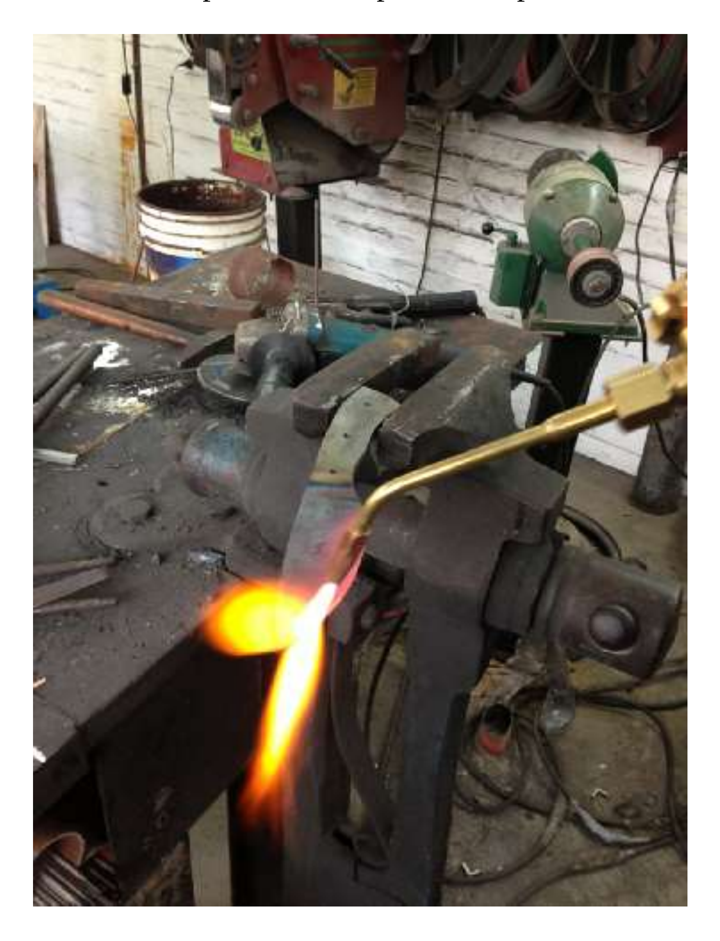
Aquí vemos el equipo de gasógeno y ya trabajando sobre la hoja en el pre calentamiento desde la parte del lomo.



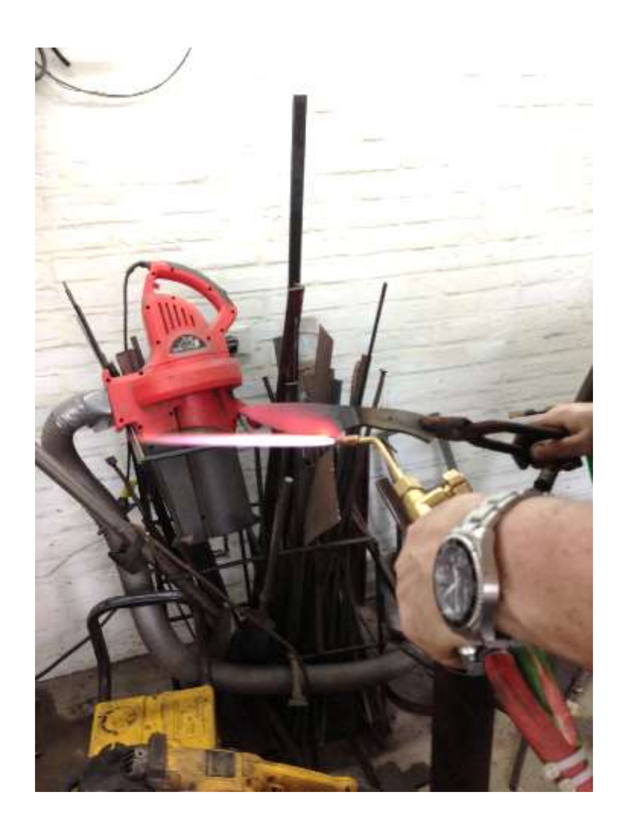
Ya comenzamos a bajar hacia la zona del filo.



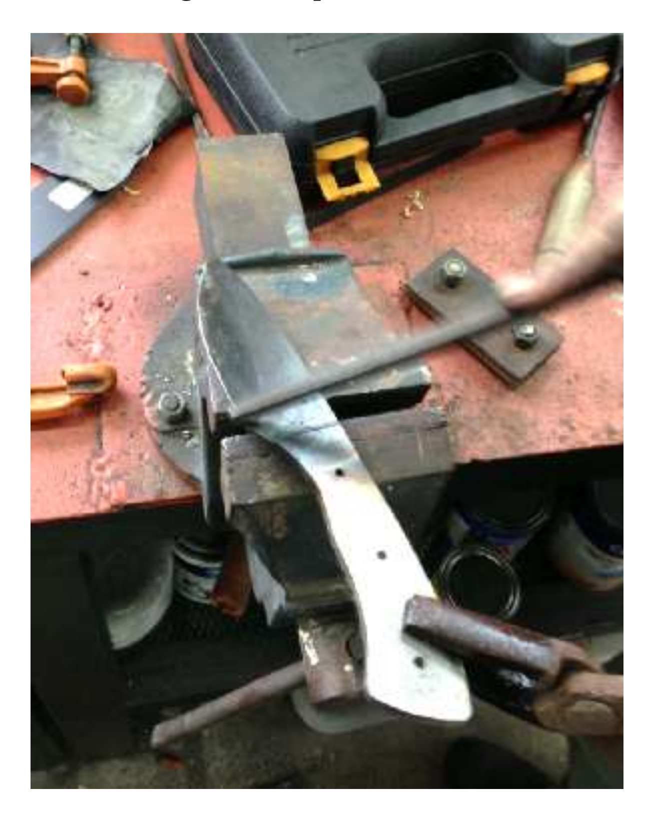
Buscamos tener una zona pareja de altura uniforme y que no se pase de temperatura. Miren que el color es un cereza pálido. Evito poner el soplete directo en el filo.



Como el filo se enfría muy rápido me acerco al tacho de temple con aceite Cauquén 12 a 60 C° ya precalentado y ajusto la temperatura antes de sumergirlo por completo



Hacemos una prueba de lima luego del temple



Patina muy bien, no muerde así que está duro. Ya se puede revenir, pero antes para ver cómo ha quedado lijamos con una lija del 100 para sacar un pequeño carburizado y lo ponemos en percloruro para marcar lo templado de lo no templado.



Luego del revenido se lijará hasta 400 y quedará de la siguiente manera ya encabado y pasado por percloruro.

Creo a mi entender que es bastante parejo y con muy buen contraste. Con el temple por inmersión parcial no se puede lograr hasta donde sé la curva de diferencial de temple en el ricazo lo que sí se puede lograr con el soplete.



Temple diferencial por inmersión parcial en el medio de temple:

Existe otra forma de realizar un temple diferencia, si no disponemos de un soplete podemos llevar la hoja a temperatura de autenizado (no magnética) y solamente sumergimos el filo de la hoja hasta donde queramos templar, esta profundidad no debe ser muy pequeña, podemos tomar como un valor aproximado 1/3 de la altura de la hoja.

Desde ya no podemos utilizar un tacho vertical de temple. Usamos un recipiente rectangular alargado "¡¡**Metálico**!!" recuerden que el aceite se prende fuego y si es de plástico corremos el riesgo de generar un incendio.

Para que tengamos una curva y no una línea recta de temple sumergimos primero en forma plana y luego bajamos la punta. Recuerden que esto debe ser rápido, una vez que se baja del punto no magnético no se genera dureza.

Una forma de hacerlo más fácil es llenar el tacho con un nivel de aceite de la altura que queremos templar, apoyamos la pieza en el fondo y así mantenemos el nivel.

La hoja solo debemos moverla hacia adelante y atrás para que el enfriamiento sea simétrico.

Como la parte superior está al rojo debemos mantener la hoja en el baño hasta que se enfríe lo suficiente, esto hace que haya una mayor diferenciación entre la parte templada y la no templada, de otra manera si lo sacamos muy rápido el calor de la parte del lomo (con más masa) se propaga hacia el filo, no es que llegue a este, pero no se genera una barrera nítida.

Temple diferencial por ablandamiento del lomo:

En este temple diferencial hacemos primero un temple completo de la hoja en tacho vertical y con el soplete calentamos el lomo hasta ponerlo en antimagnético, como siempre desplazando la llama por sobre todo el lomo y en forma pareja, veremos como el rojo va tomando mayor parte de la hoja. ¡No debemos acercarnos al filo porque perdemos el temple!

Esta forma no es de mi particular agrado, prefiero las anteriores.

Encabado de la hoja

Tenemos como ya dijimos dos grandes tipos de cuchillos, de espiga escondida y de espiga completa o full tang.

Veamos cómo se hace un encabado sencillo sin bolsters de dos cuchillos de espiga completa con pasadores de alpaca en ambos casos.

Hay varias formas de encarar el trabajo para los de espiga completa:

1.- Una es cortar las dos cachas y perfilarlas hasta tener casi completada su forma final para luego montarlas.

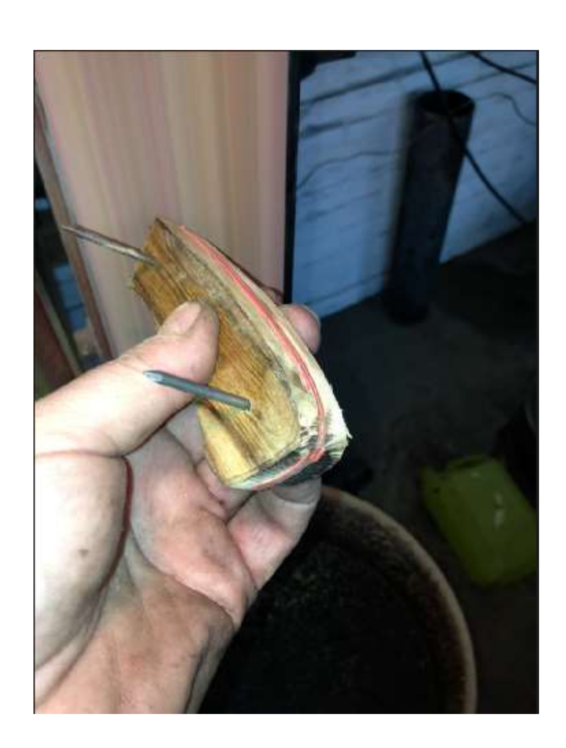
2.- Cortar las cachas más burdamente, ensamblarlas con sus pasadores ya todo pegado con epoxi y luego hacer la forma final.

Primera forma:

Sobre una tabla de 12 mm de espesor marcamos y cortamos las dos cachas lo más aproximado posible a la forma de la espiga completa.

La madera que utilizo es acacia negra, no es muy buena porque no es muy dura, pero tiene buena beta con lindos colores, la uso porque vino de una poda gruesa de una acacia del fondo de casa que la dejé estacionar y es una forma de que no fuera a la basura.

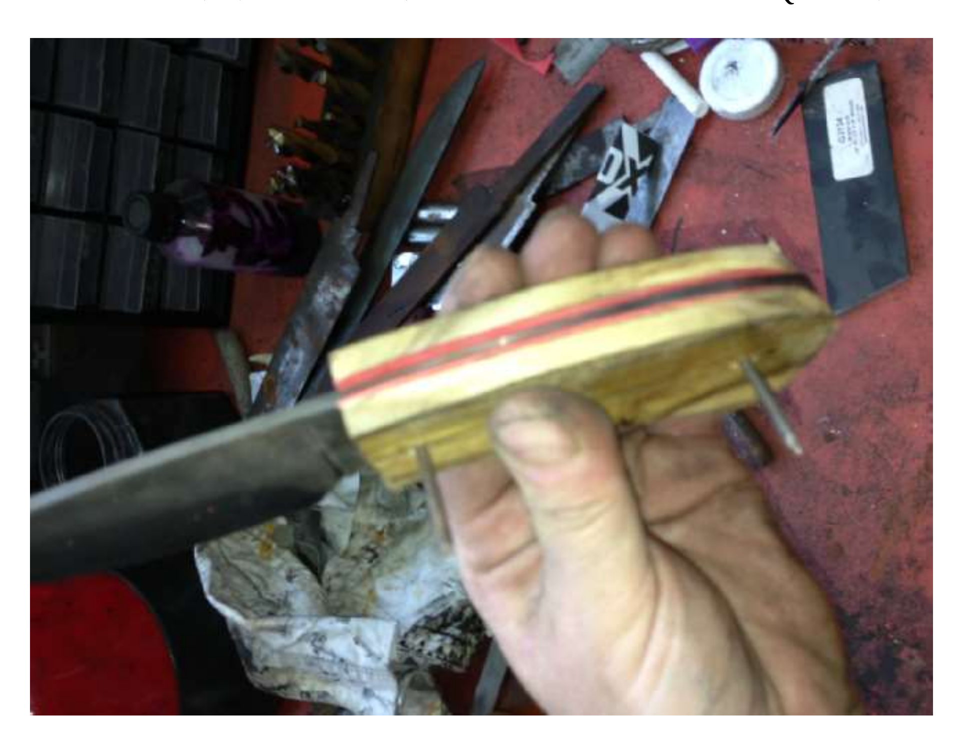
Las agujereamos para recibir los pasadores usando el cuchillo y perforando bien vertical ambos pasadores (en este caso son 2), lo mismo hacemos con la fibra de separadores. Yo uso clavos del mismo diámetro, en este caso 3 mm para montar el conjunto y comenzar a darle forma lijando o limando buscando la forma que nos agrade, vamos probando cuan bien nos calza en la mano, sintiendo si es confortable.



Vamos recorriendo el perímetro lijando. Aquí vemos el conjunto con la parte de atrás de las cachas y separadores ya aproximados.

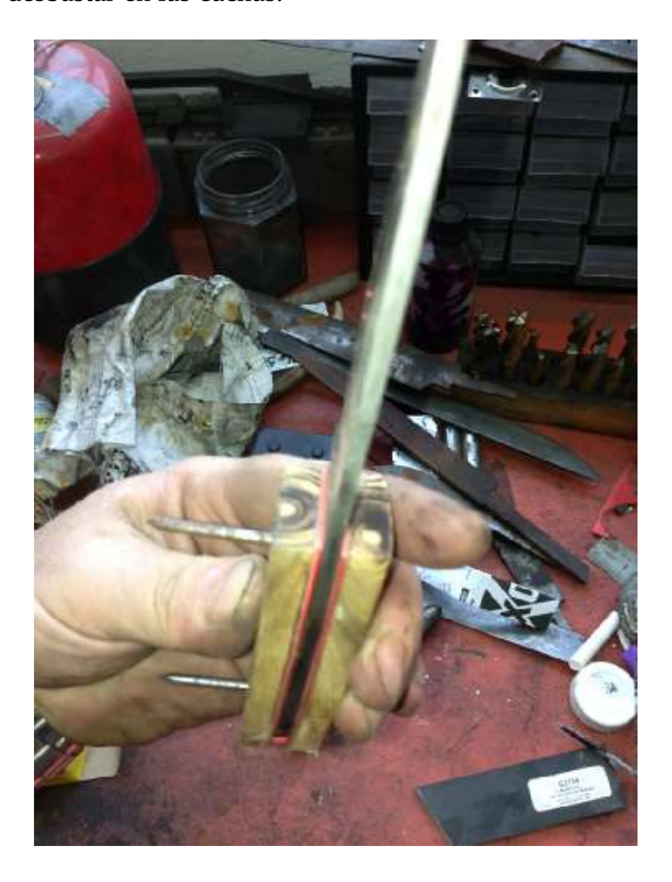


ES MUY IMPORTANTE NO DESBASTAR DE MÁS, ES LO MISMO QUE CON LAS HOJAS, SIEMPRE HAY TIEMPO PARA SACAR MATERIAL, PERO ES IMPOSIBLE AGREGARLE, SI NOS PASAMOS DEL CONTORNO DE LA ESPIGA HABRÁ QUE COMENZAR DE NUEVO. POR ESTO VAMOS PROBANDO COMO QUEDA.



Noten en la foto anterior que hacia el ricazo y hasta el fin del cabo el espesor es el mimo, solo aproximamos el contorno para una vez montado y pegado darle la forma definitiva.

Es muy importante darle la forma “definitiva al perfil que está del lado del ricazo ya que no podremos lijar o limar sin tocar la hoja una vez montadas las cachas, en todo el resto tenemos acceso al material a desbastar en las cachas.



Vean en la siguiente foto que de abajo y al final en la cacha derecha (que se ve a la izquierda) hay un hueco, por lo tanto, hay que desmontarla y rectificarla hasta que asiente bien sobre la hoja.

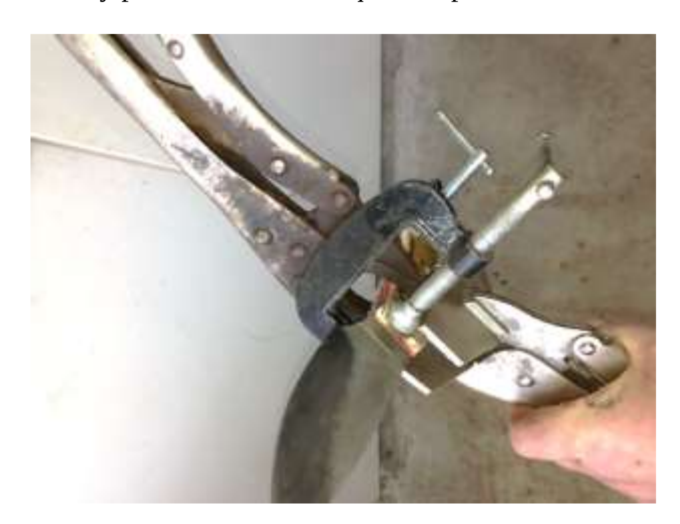


Ya podemos poner el adhesivo epoxi transparente (10 minutos de curado) entre las fibras, la madera y la hoja, montamos los pasadores y prensamos el conjunto para que se ajuste todo firmemente, se pueden usar sargentos, pinzas de fuerza tipo atlas, la morsa en conjunto con ellos o como queramos, lo importante es que la presión sea pareja.

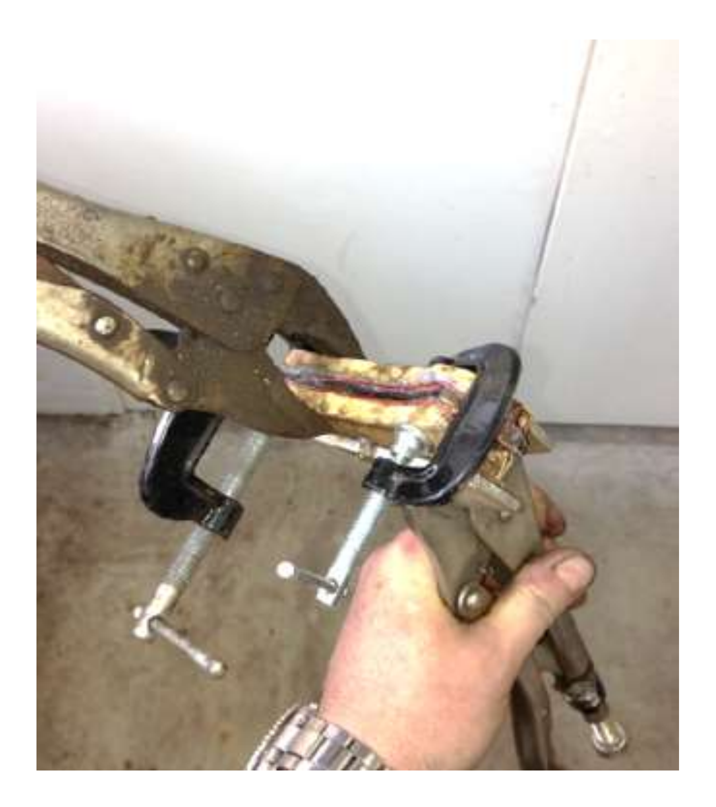
AQUÍ NO HAY PROBLEMA EN USAR UNA PINZA ATLAS O LOS SARGENTOS SOBRE LA MADERA YA QUE NO LE HEMOS DADO FORMA FINA A LA CARA DE LAS CAHAS Y SOBRA MUCHO MATERIAL POR LO QUE LAS MARCAS DE ESTAS HERRAMIENTAS SE VAN A DESBASTAR, PERO CUNADO APROXIMAMOS LAS CACHAS HASTA SU FORMA FINAL NO PODEMOS USAR DISPOSITIVOS QUE MARQUEN PROFUNDAMENTE LA MADERA, PARA ESO PONEMOS POR EJEMPLO PEDACITOS DE CUERO O VARIAS CAPAS DE TELA GRUESA U OTRO MATERIAL PARA PROTEGER LA MADERA.

Del lado del ricazo ponemos una capa muy delgada para que no salga epoxi al apretarla, pero teniendo en cuenta que deben quedar completamente pegadas.

Aquí preparé epoxi de más y por eso la cantidad que sale por los costados laterales.







Una vez secado el epoxi (dejarlo al menos una hora si bien en 10 minutos ya está rígido) comenzamos a dar la forma definitiva a las cachas, con lijas primero gruesas y luego finas, en este caso llegaré a una lija 320.









Como este cuchillo tiene temple diferencial hecho con gasógeno le hago un revelado con percloruro férrico para que se resalte el templado.



Como la acacia negra no es una madera dura y tiene poros (si bien son pequeños) voy a sellarla con adhesivo de ciano acrilato (la gotita)



Ponemos adhesivo sobre las cachas y con una bolsita de nylon nos envolvemos el dedo índice para distribuirlo uniformemente, cuidado, los vapores son muy agresivos, hacerlo en un lugar aireado y no acercarnos.





Y pasamos a la otra cacha, como tenía bastante cianoacrilato (gotita) del otro lado lo extiendo a ésta y agrego de ser necesario. Así comenzamos a completar la segunda cacha.



Una vez completado lo dejamos para que seque bien. Se le puede dar varias manos (dejando secar muy bien entre capas) lijando con lija del 400 o 600 entre capas lo cual le dará un aspecto de laqueado al cabo.



Segunda forma ***(cachas terminadas antes de ensamblarlas definitivamente):***

Este es un cuchillo pequeño tipo gentleman que hice para un amigo Pancho Elizalde (muy buen vainero) es un san mai damasco con SAE5160 al medio y laterales de 1070 y polvos de FE-C-Ni para el contraste del damasco.

Aquí está en las lijadas finales.



Comenzamos cortando las dos cachas de quebracho madera dura y sin poros a la cual no hay que sellarla con ciano acrilato sino solo encerarla y lustrarla.



Vamos llevando a forma ambas cachas las cuales ya están perforadas, podemos usar clavos pasantes para ensamblar y ver el conjunto montado como lo hicimos en el caso anterior.



Ya lijadas más finas las cachas comenzamos a ir bajando el grano de lija (120, 180, 220, 320), vean la diferencia de la foto superior (desbaste) a un grano medio de acabado abajo.



Vamos presentando el trabajo con la hoja hasta llegar a la forma definitiva.



Como ven falta mejorar la parte inferior, así que lo hacemos. Cuando ya estamos listos probamos el conjunto (noten que en este cuchillo no uso separadores de fibra por su estilo)

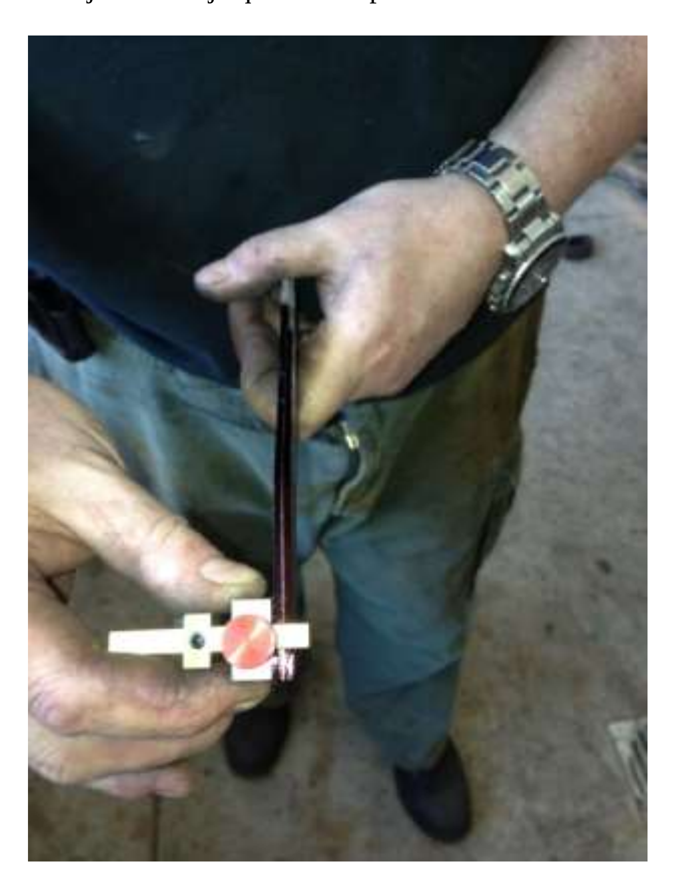
Ponemos los pasadores y vemos que todo ajuste bien.



El proceso de adhesivado con epoxi es exactamente igual así que no lo repito ya que lo vimos en el caso anterior.

Desbaste con amoladora y lima:

Como siempre se traza el eje de la hoja que será la posición del filo.



Utilizar un disco plano ayuda a realizar un desbaste plano más fácilmente, si el disco está muy usado cuesta más lograrlo.





Limado del bisel con lima plana:





Luego se continúa con lijas con grano grueso a más fino, 80, 120, 220, 320, 400.

Push Dagger (daga de empuje) Biselado a 4 caras

Este es un proyecto interesante ya que vamos a complicar el tema de los biseles porque una daga tiene cuatro de ellos dos por cada lado.

Esta arma de puño se utiliza solamente para el combate, muchos países tienen prohibida su importación ya que es mucho más peligrosa que una manopla de acero. En la próxima foto podemos ver cómo se empuña y el daño que puede realizar esta daga cuando se alcanza el blanco ya sea en una parte blanda ósea.



He decidido hacer todo el trabajo solamente con amoladora y lijas o sea para que se pueda realizar con un mínimo de herramientas y todas ellas económicas.

El material utilizar va ser acero SAE 5160 que es muy fácil de conseguir y también muy fácil de realizar el tratamiento térmico.

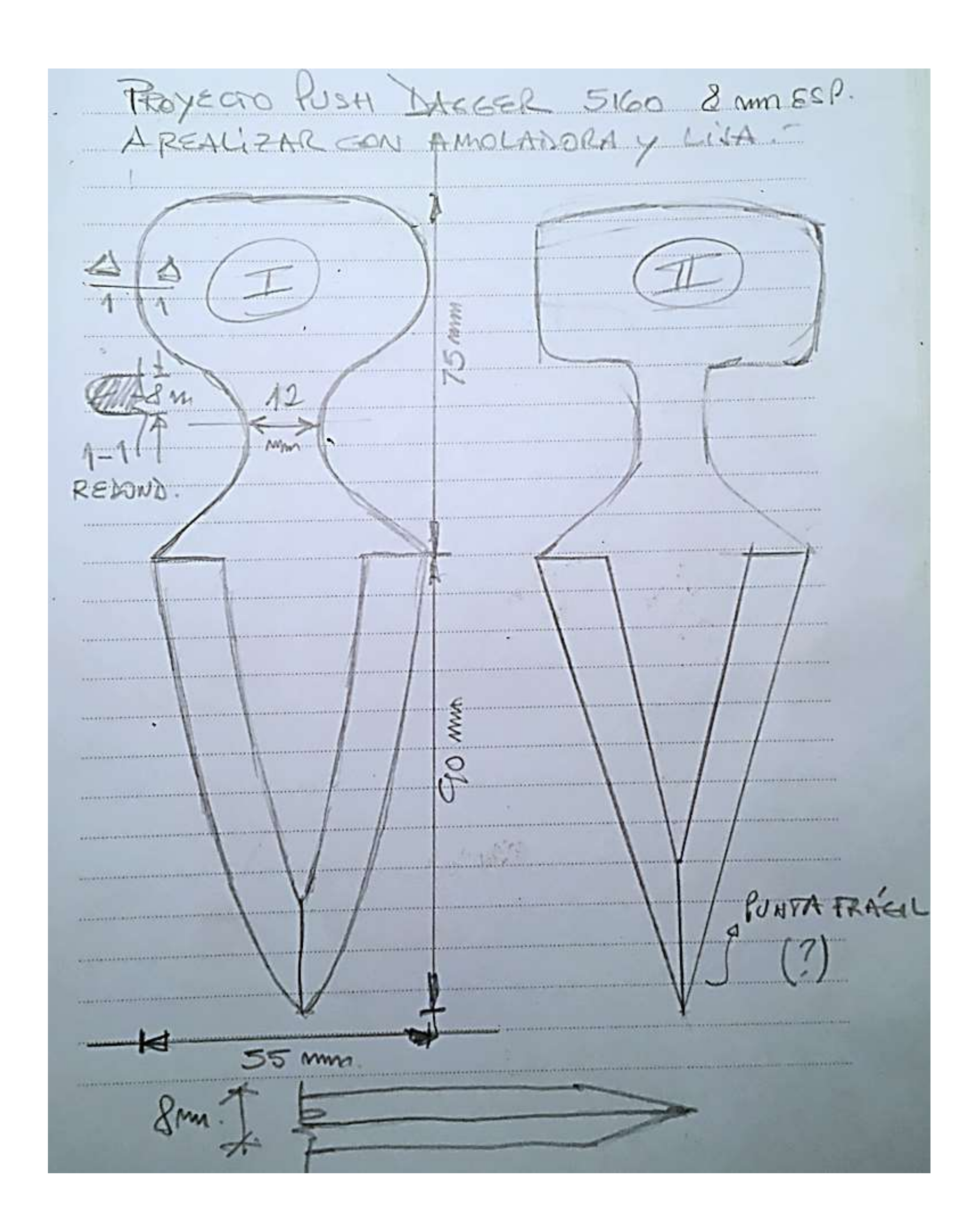
Lo primero que hago es un dibujo de la pieza que quiero realizar, dibujé dos perfiles diferentes sobre una hoja de papel poniendo las dimensiones aproximadas de lo que será la pieza.

En el modelo 2 de la figura siguiente verán que puse una pregunta sobre si no sería demasiado frágil la punta de la daga al tener los lados rectos, asimismo la empuñadura puede ser de una forma relativamente diferente, más cuadrada.

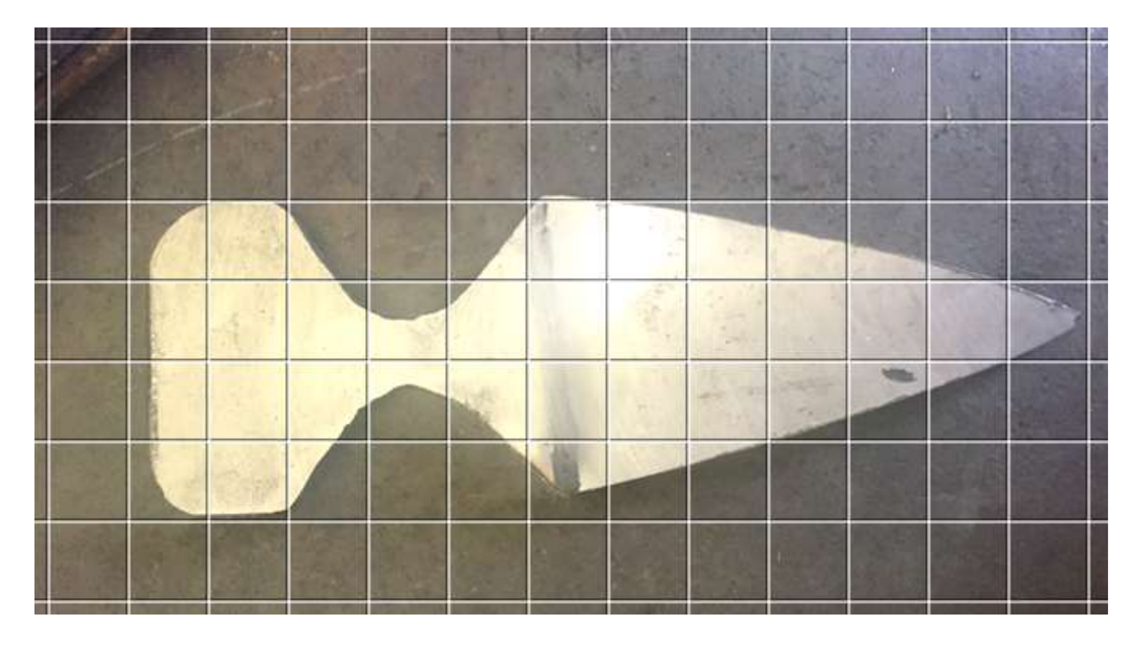
Para no extender todo el proceso no he mostrado que hice en madera la pieza del modelo 1 para ver cómo calzaba en la mano, sentí que los 12 mm de ancho entre la empuñadura de la hoja eran demasiado para mi mano, hizo falta llevarlo a 9 mm que fue la dimensión final.

Por otro lado, no tenía fleje de 8 mm en el taller, pero sí uno que me vendieron como de 7 mm y resultaba ser de 6,60 mm. Este espesor resultaba bueno para este tipo de daga.

Decidí finalmente hacer el modelo 1 ya que cuando la hice en la madera teniendo en cuenta que era más fino el fleje que iba utilizar el modelo 2 podía quedar demasiado débil, cuando esta daga se usa principalmente de punta ya que es corta y para empuñar lanzando golpes principalmente hacia delante no utilizando “casi” los filos laterales como también se hace con una daga larga.



No voy a repetir el paso a paso de cómo se recorta el perfil aproximado de la hoja, lo he realizado con disco de corte de la amoladora y luego con disco de desbaste he llevado hasta la forma que vemos en la próxima figura que como ustedes verán ya tiene la unión entre hoja y puño más delgado de lo previsto en el proyecto en papel.



El espesor de la hoja que tenía el taller como pueden ver es de 6,56 mm en un extremo y de 6,64 mm en la punta.





Con una mecha de 6 mm marco sobre una superficie plana el centro del filo, esta es una manera muy sencilla y económica de hacerlo si es que no disponemos de un dispositivo, que se ha demostrado con punta de widia.



En la próxima figura vemos como al haber utilizado una mecha de 6 mm en un fleje de mayor espesor me dejó dibujado el filo en una forma muy útil ya que marca el milímetro o algo menos que dejo para el temple. Recordemos que no se templa con el filo terminado, corremos el riesgo de que se produzcan fisuras por el espesor de ese filo.



Notemos que utilizó un disco casi nuevo de desbaste para que sea más fácil realizar un plano, los discos con el uso se van redondeando y eso lleva a que se produzcan biseles de tipo cóncavo cuando lo que buscamos es que la cara sea plana.



Utilizó un dispositivo que me presenta la hoja de frente o sea perpendicular a las mordazas de la morsa, se trata solamente de un fleje de 7 mm de espesor con una pata soldada perpendicular al

plano principal, esa pata es tomada por la morsa y quedan voladizo el fleje al cual tomo la pieza con una pinza de ajuste atlas.



En la próxima imagen vemos como comienzo el desbaste desde el ricazo hacia la punta de la daga previamente dibujé con un lápiz el ancho de los biseles en las dos caras, cada uno puede realizar esta tarea, mejor le resulte, aquí solamente muestro la forma en que yo lo realizo, lo mismo sucede con los desbastes con lijadora cada uno tiene su técnica si le resulta bien excelente, adelante.



Aquí ya vemos el primer bisel casi terminado como verán se logra una buena aproximación sin tener que trabajar con lima lo cual es mucho más tedioso.



Aquí ya vemos terminados los dos biseles de una cara, desde mi punto de vista es bastante correcto.



Como ya lo he mencionado en la descripción de las herramientas las amoladoras también pueden utilizar discos del tipo flap que son de lijas superpuestas, en este caso voy utilizar un disco de grano 120 para borrar las marcas del disco de desbaste.



Aquí vemos como ha quedado nuestra daga luego de ese desbaste más fino con el disco de lijas. Con el mismo disco redondeado los perfiles de la empuñadura para que no tuvieran cantos vivos.

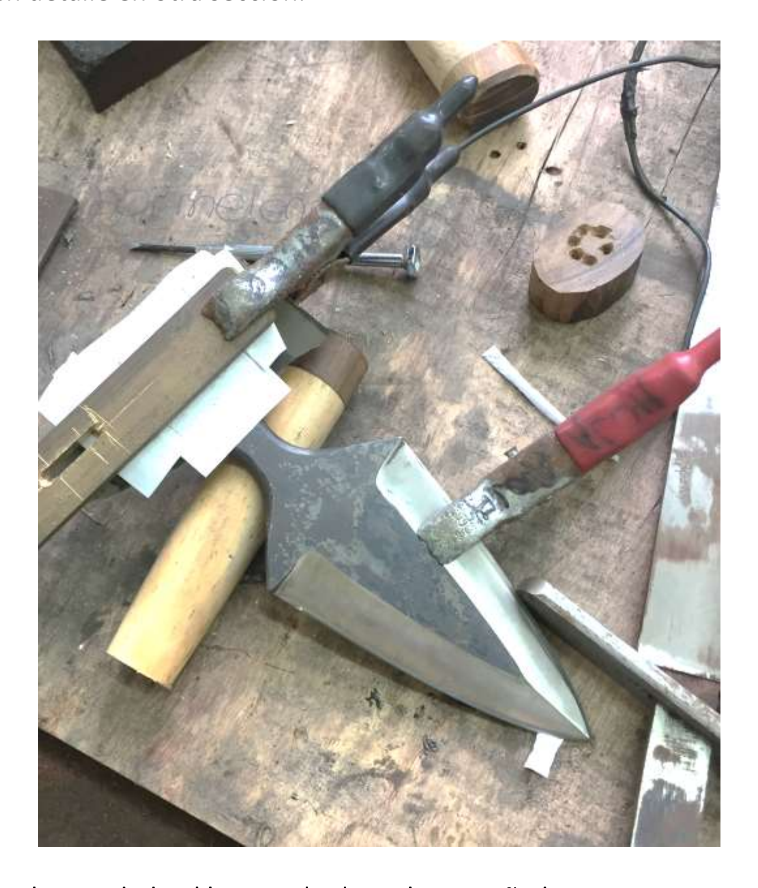


En las dos fotos siguientes vemos cómo quedó la daga ya templada en ambas caras, no muestro todo el proceso de temple y revenido ya que lo de descripto en páginas anteriores.





Ahora sólo queda grabar la firma utilizando un calco y corriente continua proceso que describiré más en detalle en otra sección.

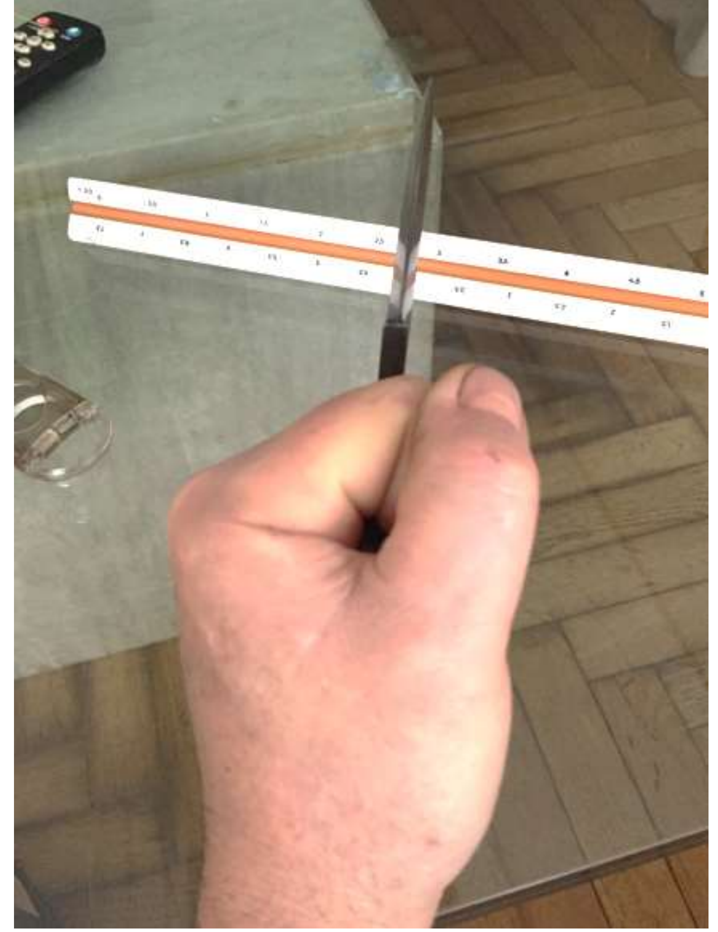


Aquí vemos como ha quedado el logo grabado en la empuñadura.



La empuñadura ha quedado realmente cómoda y estoy satisfecho con la daga en general, la afilé de ambos lados y quedó realmente filosa.





Vaceos mecanizados en las hojas:







Encabado con Bolsters

Autor Fernando Caridi (gran amigo a quien agradezco el aporte).

En el presente trabajo quiero mostrar el encabado de una hoja una vez terminada la misma.

Para aquellos que no dispongan de máquinas como la lijadora de banda se sustituye por limas y lijas, el procedimiento y sus pasos es el mismo.

Aquí les muestro la pieza terminada en forma lateral y el detalle del cabo desde arriba.





Detalles del cuchillo:

Encabado: ciervo

Separadores: Fibra Vulcanizada

Material del bolster: Inox 420

Material de los remaches: bronce

Paso a Paso:

La hoja se protege con cinta para resguardarla durante el proceso de encabado. Las perforaciones son de XX mm cuidando de hacerlas verticalmente (perpendicular a la hoja sobre todo si las hacemos con agujereadora de mano).

En la siguiente foto (1) vemos la hoja recubierta y un bolster ya cortado y perforado usando la hoja como guía para que los agujeros queden perfectamente alineados con ella.

Como pueden ver se corta un semi bolsters (va uno de cada lado de la hoja y se perforan con el mismo diámetro de mecha que la que utilizamos en la hoja, en este caso 3mm).



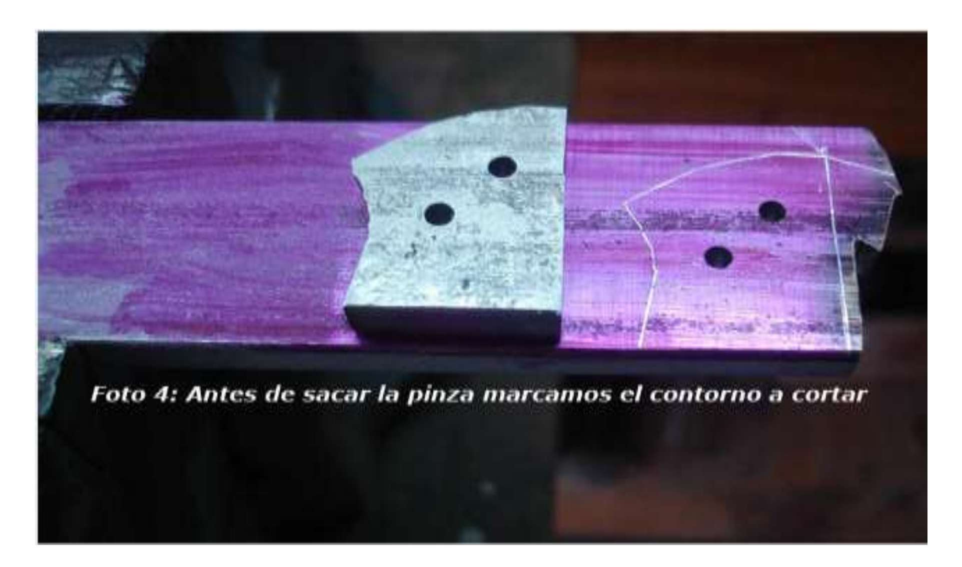
Con la ayuda de una pinza atlas fijamos el primer semi bolster al fleje para cortar el segundo. Noten que he pintado el fleje con tinta para luego poder marcar sobre él.



Una vez fijado hacemos las dos perforaciones utilizando como guía el primer semi bolster



Dibujamos sin remover la pinza la figura del semi bolster sobre la plata y sacamos la pinza, nos ha quedado la marca para proceder al corte del segundo semi bolster ya perforado como la hoja y el primero. Todos alineados para pasar los remaches fácilmente.



Procedemos al corte de la pieza, aquí con disco de corte y amoladora de mano, puede hacerse con cierra de calar igualmente.


Foto 5: Con amoladora de mano cortamos elbolster

En la foto 5 vemos la hoja, los dos semi bolster y los remaches de bronce ya cortados, si al cortar estos remaches quedan rebabas hay que sacarlas con lima o lija fina para que puedan entrar correctamente por las perforaciones.


Foto5: Las dos mitades y dos remaches de bronce.

Perforaciones y remaches de 3mm de diametro

Ahora se procede al frenteo o rectificado de la superficie del semi bolster, tengamos en cuenta que cuando más precisa sea la superficie menor será la junta que se vea desde arriba y abajo entre la hoja y ambas piezas del bolster. Si no disponemos de lijadora de banda lo podemos

hacer con lija al agua apoyando la hoja sobre una superficie plana (el mármol de la cocina es excelente)


Foto 7: Otra vista de la cara interior

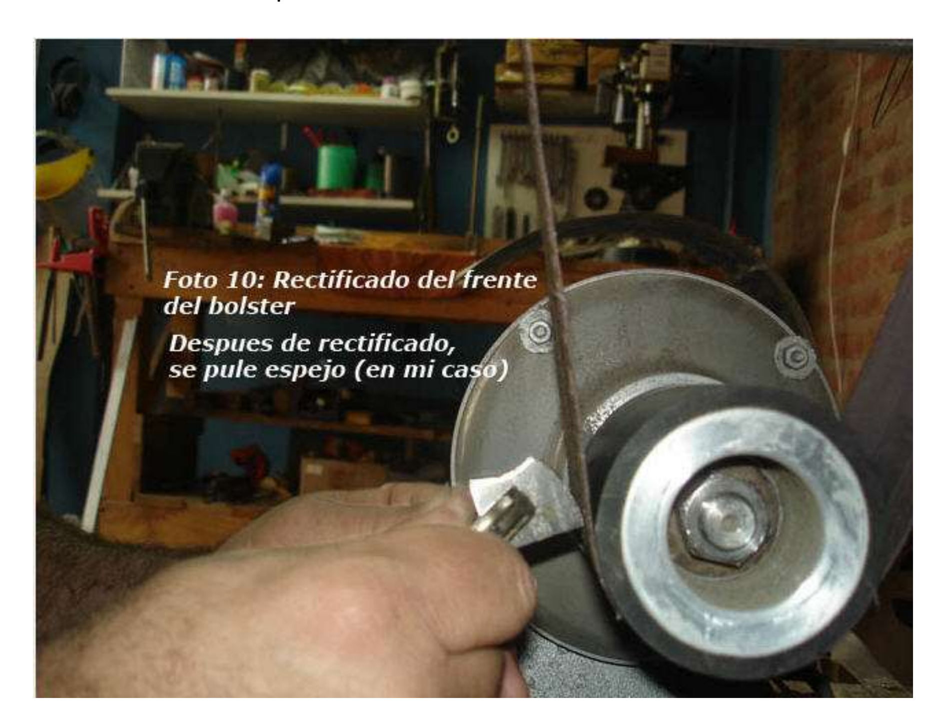
En la siguiente foto vemos la hoja, los dos semi bolsters y dos trozos de bronce que utilizaremos para unirlos y pulir el conjunto


Foto8: Las dos caras rectificadas

Con los dos semi bolsters y remachando el bronce sobre una superficie dura, hacemos una sola pieza a fin de poder conformarla uniformemente. Si lo hacemos por separado nunca quedarán totalmente simétricas.


Foto 9: las dos mitades remachadas con remaches de "bronce"

El conjunto unido lo trabajamos en la lijadora o a Lima si es que no disponemos de ella como lo vemos en la foto número 10 al pie .


Foto 10: Rectificado del frente del bolster
Despues de rectificado, se pule espejo (en mi caso)

el siguiente paso es el rectificado de la parte trasera o respaldo del bolster, es sumamente importante que estos estén realizados con prolijidad a fin de que cada semi cacha ajuste perfectamente con el bolster, en mi caso utilizo un plato de frenteo.


Foto 11: Rectificado del respaldo
del bolster donde apoya la futura cacha


Foto 12: Una vez pulida la parte de adelante
y rectificada la parte de atras, s eseparan las dos mitades,
por eso utilice remaches de bronce

Se toma la medida del bolster y
la hoja para cortar remaches
de acero

Habiendo tomado la medida de los dos semi bolsters más la hoja, procedemos a cortar el alambre de 3 mm de acero inoxidable que serán los remaches definitivos en el bolster. Hay que tener en cuenta que estos remaches deben ser más largos que el espesor total para que podamos recalcar recientemente ambos extremos. En el proceso de remachado es importante buscar que se forme una cabeza lo cual logramos no golpeando plano si no alrededor de los bordes y en plano conjuntamente esto genera una deformación con forma de hongo.





En la siguiente foto vemos a los pernos de acero inoxidable remachados donde observamos las cabezas redondeadas que superan el diámetro del agujero, lo cual a su vez, ha producido una deformación interna por ensanchamiento del remaches lo cual fija todas las piezas por fricción y en la parte superior por el enclavamiento que las cabezas.

Con el conjunto ya armado procedemos a rectificar los planos generando la forma definitiva del bolster sobre la hoja. Esto lo podemos realizar tanto con la lijadora como con lima.



Foto15: Rectificar los planos del bolster y preformarlos a lo que sera la forma final

noten que por la expansión de los remaches no se alcanza a ver ningún huelgo entre remache y agujero en el semi bolster.



Foto 16: Hasta aca, como hacer y colocar un bolster



Ahora debemos proceder a preparar las dos semi cachas, en este caso utilizo asta de ciervo pero igualmente podríamos utilizar una madera. Cortamos el hasta a la mitad con sierra circular o con sierra de mano cuidando dividirla en dos mitades iguales.

Terminado el corte de las semi cachas, tenemos que lijarlas para que queden perfectamente planas y así tener un muy buen ajuste contra la hoja,



Seguido a esto cortaremos las piezas en lo que va a ser el contacto con el bolster de cada lado como lo vemos en la siguiente foto. Debemos tener cuidado cuando ajustamos el asta de ciervo a la morza ya que podemos dañar la superficie o quebrar la si hacemos demasiada presión.


Foto 19: Cortamos en la cacha la parte que apoya en el bolster

Ahora las rectificaremos como hicimos con los semi bolsters a fin de que tengan un perfecto calce de cada lado. Esto lo vemos en la siguiente foto.


Foto 20: Rectificamos el corte

.

ahora con una pinza atlas fijamos una de las semi cachas a la hoja cuidando que el frente rectificado esté en perfecto contacto con el bolster de ese lado así podremos proceder al agujereado. Al utilizar la pinza atlas también debemos cuidar el no estropear el asta de ciervo, ésta es una herramienta con mordaza dentada y que

produce mucha presión, si apretamos demasiado dañaremos la superficie del asta lo cual es irrecuperable.


Foto 21: Presentamos la cacha en el cuchillo
y si elplano recticado apoya bien la agarramos con una pinsa.


Foto 22: hacemos las perforaciones
utilizando el cuchillo como plantilla.

Terminado el agujereado procedemos a marcar el contorno de la espiga sobre la pieza de ciervo para luego proceder al corte con una sierra de mano como lo vemos en las dos siguientes fotos.


Foto 23; Antes de soltar la cacha marcamos el contorno


Foto 24: Cortamos el excedente de material y repetimos la misma operacion con la otra cacha. Presentamos las dos cachas e elcuchillo y medimos para cortar remaches,en este caso de alpaca.

ahora repetimos el proceso con la otra semi cacha a fin de tener el conjunto completo del cabo el cual vemos en la siguiente foto.


Foto 25: Podemos ver el bolster semi terminado con las cachas presentadas, agujeros de 3 mm remaches de alpaca de 3mm

Pondremos separadores negros entre cacha y espiga.

Para el remachado utilizaremos remaches alpaca que es un material mucho más dúctil cuidando que en el proceso no desgarremos el asta de ciervo por exceso de formación.


Foto 26

Terminado el remachado sólo nos queda por lijado terminar la forma del cabo, para lo cual utilizamos una lija de grano medio-fino por ejemplo una 220. Nuevamente si no tenemos lijadora esto lo hacemos montando lija sobre un bloque de madera el que usaremos para lijar la superficie.


Foto 27: Dos vistas de como se trabaja el cabo ya armado en la lijadora de banda sin respaldo.

En las siguientes fotos vemos la pieza terminada.



Pieza terminada



Foto 29
Vista del lomo donde se pueden apreciar los separadores negros.

CUCHILLOS POR FORJA

Ahora comenzamos con la forma más tradicional de hacer cuchillos, espadas, hachas, etc. Que es por medio de la forja en caliente. Es una actividad ancestral.

Herramientas para la forja.

Yunques:

Yunque básico de riel de ferrocarril:



Ya sabemos que hay dos formas de hacer cuchillos, por desbaste partiendo de un fleje o por forja en caliente, en el caso de que queramos entrar en este tipo de proceso el yunque es esencial, lo ideal es que tenga un peso respetable a fin de que pueda absorber la presión dinámica de las masas y martillos que utilizamos para deformar en caliente al acero. Un yunque de 40 kg o más es suficiente para las tareas generales de forjado, existen Yunques de más de 150 kg, pero no tienen ningún sentido para el forjado de cuchillos.

Este tipo de yunque es el más económico del cual podemos disponer, basta con un trozo de riel de ferrocarril de aproximadamente 40 cm de largo, éste deberá montarse sobre una superficie que permita absorber los golpes, generalmente se utilizan troncos de árbol de un diámetro adecuado.

De ser posible en uno de los extremos se puede desbastar para tener un cuerno que nos permite en la forja realizar formas redondas.



Yunques modernos:



Yunques antiguos:



Bases de yunques:

Tradicional sobre troncos



Hecha con maderos



Metálicas con perfiles soldados.



Aditamentos para el yunque:

Existen una cantidad de elementos que se utilizan para ayudarnos a forjar en el yunque, estos generalmente se insertan en el agujero cuadrado que tenemos sobre la superficie superior, dependiendo de los trabajos que queramos realizar es conveniente disponer de ellos.

En la siguiente foto vemos un dispositivo para forjar los botones en las hojas que disponen de ellos, la hoja a temperatura de forja se coloca entre ambos lados y se martilla la parte superior generando una impronta cilíndrica formando así el botón.



Este dispositivos se utiliza para curvar fleje que al rojo son introducidos entre los pernos verticales salientes utilizando como traba a los mismos doblando la pieza hasta donde sea necesario.



Cono para el yunque



Pinzas para redondear espigas por ejemplo



Cuantos martillos se pueden tener para herrería artística?

Unos pocos son suficientes….



Pinzas de herrero:

Al trabajar con aceros a altísimas temperaturas siempre lo hacemos con pinzas de herrero, existe una gran variedad, cada una para un determinado trabajo. Por ejemplo, es difícil tomar un hierro redondo con una pinza plana, para eso usamos una de boca redonda.

Para una sección cuadrada usaremos una pinza con las mordazas en V que al cerrar ajustan muy bien una sección de esa forma.

Muestro solo algunas de las pinzas comunes, con 3 o 4 podremos hacer todos los trabajos.

Si las hacemos nosotros es importante no quedarnos cortos con el diámetro del hierro a usar (pinza débil) o uno demasiado grueso (pinza pesada y difícil de manejar).

La longitud es importante cuando usamos una fragua de gas ya que la llama se propaga hacia adelante y si son cortas nos quemará las manos o calentará los guantes hasta hacerlos insoportables.

Pinzas básicas



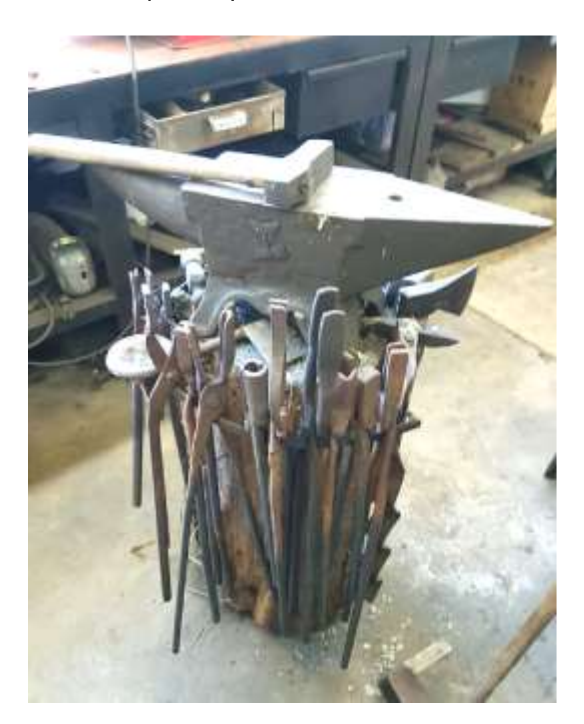
Pinzas de boca cuadrada:



Pinzas variadas, redonda (abajo), plana, para tomar secciones planas, para tomar secciones importante rectangulares.



Mi yunque de 50 Kg, de un lado las pinzas y del otro los martillos, solo los de forja:





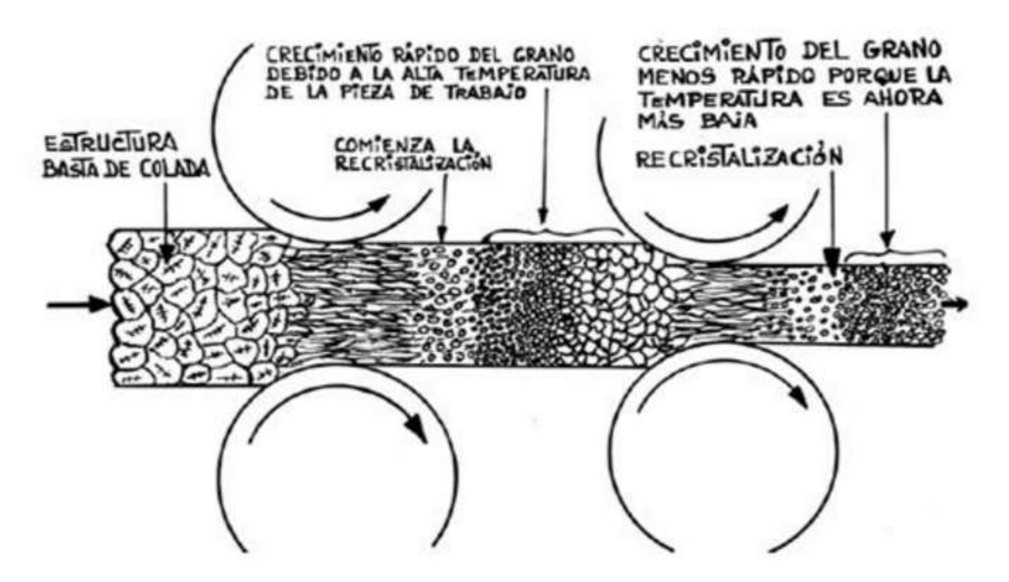
Altura del yunque:

Debe estar el plano superior a la altura del puño del herrero. Un herrero más alto lo pondrá más alto y uno más bajo, más bajo. Unos cm de diferencia no importan, pero un herrero de dos metros debe agacharse para forjar en un yunque de uno de 1,50 mts de altura lo que trae dolores de espalda, etc. La foto está sacada algo desde arriba y parece más bajo el yunque.



FORJEMOS:

La forja tiene su disciplina, no se trata de tirar martillazos sobre un fierro al rojo. Cuando se fabrican los aceros en el laminado se generan alineamientos cristalinos como vemos en la siguiente figura



Nosotros forjaremos para comenzar una barra de acero de media pulgada de diámetro.

Etapas de forjado de un redondo:

Secuencia de bajado a planchuela:

Dibujo sobre el yunque las etapas, perdonen la informalidad. Vean que avanzamos como el tren laminador, de la punta y en forma progresiva. Las formas anulares que muestro son las

marcas que va haciendo el martillo (las de atrás van desapareciendo cuando avanzamos) el secreto es mantener esa mancha en la dirección y dimensión correcta.

El acero no es nuestro enemigo, no hay que matarlo a palos. Queremos una deformación pareja y por etapas. La temperatura debe ser un naranja claro, no debemos forjar por debajo de 820 C° ni por arriba de 1100 C°.

Vean la posición en que forjo, no me alejo del yunque, tomo el martillo cómodamente, ni de la punta ni junto a la cabeza. Cuanto más largo quede el cabo más golpe tendremos pero menos control también.



Como ven el martillo entra sobre la pieza con un pequeño ángulo, no busco estirar pero no le entro plano, quiero trabajarlo como un laminado, que haya deformación plástica ordenada. Muchos herreros deforman el redondo en forma plana directamente pero esta forma es más correcta desde mi punto de vista.



Vemos como deformo desde la punta hacia atrás y no quedan marcas (al voleo) la superficie deformada es suave y continua.



Sigo avanzando, vean en la siguiente foto la alineación de la barra con la superficie del yunque. Como ven lo ya “bajado” es plano y de espesor uniforme, los golpes fueron desde la punta hacia atrás y en forma prolija, el ancho es constante.



Cuando ya terminamos el largo deseado la sección será uniforme, plana arriba y abajo y redondeada en los bordes por la deformación.

Conformación de la nariz o punta:

Ya es hora de hacer la punta del cuchillo curvando un borde hacia arriba. Para esto pongo la pieza perpendicular al borde del yunque HAY QUE EVITAR GOLPEARLO CON LOS CANTOS DEL MARTILLO PORQUE ESTROPEAMOS LA SUPERFICIE. Hay que bajar la punta antes de que sea muy fina la pieza o tendremos el problema de que se revira al tratar de deformarla, aquí con 5 mm se puede realizar bien porque no es alta la hoja.

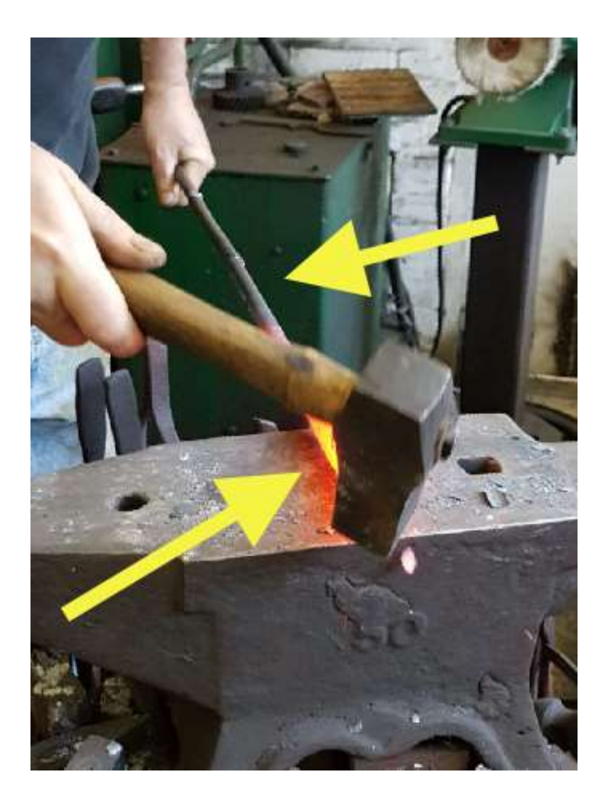


El martillo va acompañando la deformación desde arriba hacia la punta que queremos formar, hay que ser prolijo, golpes suaves y controlados.



Aquí vemos como llegamos al final de la punta si no estuviéramos alineados con el filo del yunque sería imposible llegar y golpearíamos la superficie.

La barra sigue alineada con la superficie del yunque y todo el lomo del cuchillo se apoya sobre él, buscamos bajar la nariz o punta y no hacer una banana.



Aquí lo vemos ya bajado



Talón, forjado con martillo de pena:

He decidido hacer la hoja con un talón un poco más hacia atrás así que estiro la parte última con martillo de pena, esto es independiente de tener la punta ya bajada. Como arrastro material hacia atrás y abajo la hoja se curva hacia arriba.

Cuidado que si con el martillo de pena nos pasamos quedará muy fino el talón y no quedará material para el desbaste, la forja necesita mayores espesores de desbaste ya que las superficies no son las de un tren de laminación.



Otra forma de hacer la punta (por corte y abatimiento)

Otra forma de hacer la punta es cortando la hoja en ángulo y rebatiendo el filo hacia arriba.



Luego comenzaremos a subir la nariz hacia el lomo.



Vemos que las betas de laminado son continuas es decir que las mantenemos.



Estiramos como cuando aplanamos, siguiendo el orden de adelante hacia atrás y por hileras, terminamos la 1° y pasamos a la 2°, con cada pasada se curva por la deformación mayor abajo (filo) que arriba (lomo) y lo corregimos pegando en el filo, para esto si está ya delgado es bueno usar una maza de madera dura en lugar de un martillo metálico, a falta de uno de madera un trozo de poste.

Usaremos el borde del yunque como lo hicimos con la nariz

Forjando los biseles:

Ya con la hoja conformada podemos comenzar a bajar los biseles.

Iremos por capas desde el filo hasta el lomo o hasta donde queramos el bisel y desde la punta hasta el ricazo para cada hilada o pasada de martillo.

El ángulo del martillo no debe ser ni muy plano ni muy oblicuo, lleva práctica el manejar los ángulos e ir desplazando la deformación en forma continua y uniforme. Esto es parte del desarrollo de nuestras habilidades de forjado y no hay píldora ni maestro para que lo dominemos, solo la experiencia las desarrolla.



Vemos aquí la hilera 1 y 2.



Con la planchuela bajada del redondo como en el caso anterior corto con una hachuela en caliente que es como se hace en herrería, se puede cortar con amoladora y disco.



Bajamos la nariz hasta la altura del lomo que está apoyado en el yunque siempre poniendo la hoja en el borde del mismo.



Terminada la nariz comenzamos a bajar los biseles



La hoja se curva hacia arriba y se “bananea” por el estiramiento del filo.



Planchamos del otro lado y enderezamos la curvatura.



Seguimos y aquí vemos el espesor del filo, ya está casi recto.



El espesor del lomo es mucho mayor. Y está un poco curvado hacia la punta, lo planchamos con la panza para arriba o sea apoyando punta y atrás.



Bueno esta es una hoja ya bajada, podremos luego seguir bajando el redondo para una espiga completa o ir conificándola para una espiga escondida. Ahora que me doy cuenta no le bajé el talón con el martillo de pena como al anterior.



Como habrán visto estas son las técnicas y pasos generales, la forja es una habilidad manual y por lo tanto es necesario FORJAR para desarrollar esas habilidades.

Daga larga integral forjada y maquinada:

Este tipo de trabajo maquinado no es lo que más me gusta, uso la lijadora y limas, pero el tipo de pieza lo amerita.

Esta es una pieza **integral** que incluye botón y pomo en la empuñadura. Parto de una barra de 9260 de una pulgada de diámetro.





Corto y forjo la punta, aún no sé que forma definitiva quiero, prefiero que sobre material y que vaya saliendo. Ya le hice un recocido, quedó en la fragua toda la noche para rearmar las estructuras cristalinas luego de la forja, no me preocupó el decarburado ya que es superficial y se va a remover todo.





Desbaste con mola del decarburado.



Desbaste grueso buscando alinear hoja con botón, espiga y pomo



Vemos el alineado y es correnco, aún hay mucho material para desbastar y corregir en fino.



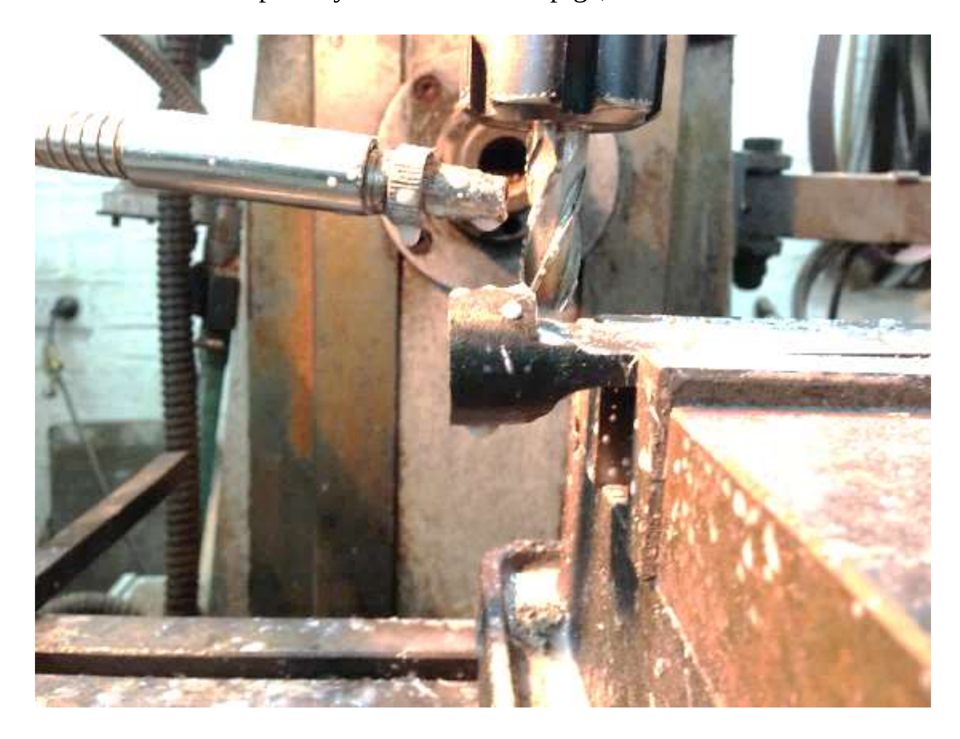
Uso una fresa de 60° para desbastar el botón hacia la hoja la cual vemos en la siguiente imagen.



Desbastado del botón con la fresa anterior. El líquido que se ve es refrigerante con aceite soluble en agua que se usa para este tipo de trabajo ya que el desbaste causa altas temperaturas y es un enemigo de la durabilidad de las fresas.



Desbaste de los interiores de pomo y botón hacia la espiga, fresa 90°.



Desbastado de la espiga, botón y pomo. Nótese que la espiga es más delgada que la hoja por el peso del botón y el pomo para balancear.



Primera aproximación al perfil que quiero.



Veo la alineación general por el lomo. El filo aún no existe, lo haré con la lijadora marcando el centro, etc. como he mostrado anteriormente.



Quedó de 46 cm de largo, la espiga un poco larga, podré sacrificar algo del pomo si es necesario.



Marco el eje del filo y comienzo el desbaste en este caso trabajé a mano alzada sin usar la mesa de la lijadora como apoyo. Recomiendo usarla siempre para comenzar, ayuda mucho ese plano de apoyo.



Lijada a 320 como para agujerear pasadores de la espiga (3) y templar.



Otra vista. En la foto anterior y la siguiente no veo tan larga la espiga si bien podría haber sido 1 cm más corta.



El resto del trabajo, agujereado, temple, revenido y encabado ya lo conocemos y no los repito.

Facón grande forjado con botón integral:

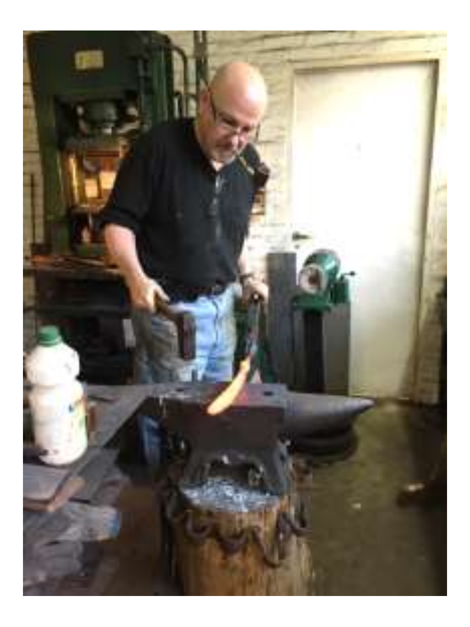
Parto de un redondo de 5160 de 20mm de diámetro. El proceso es igual que la daga que ya mostré salvo que no hay pomo y la espiga será escondida para encabar con un asta de ciervo.



Ya aplané dejando el botón y material para la espiga,



Vemos como al bajar el bisel de un lado se curva la hoja por la deformación mayor de un lado, también se "abanana" la punta hacia arriba por el estiramiento de la parte inferior.



Aplano y enderezo la curvatura en el plano de la hoja.



Verifico que espiga, botón y hoja se encuentren alineados.



Una vez terminada la forja lo pongo en la fragua apagada para que quede haciendo un recocido toda la noche, la sensibilidad de la cámara muestra un amarillo muy claro que no es tal, no se forja a temperaturas tan altas como ya dije.





Ahora sigue el proceso como antes salvo que en este caso todo está hecho con lijadora y limas, no he usado la fresadora para nada.

Muestro dos hojas, una con botón cuadrado (la que estaba en la fragua en recocido y otra con botón redondo).





BRUT DE FORGE:

Dos Rambo IV Type para amigos:

Este es un proyecto muy interesante por la facilidad de realizarlo y la utilidad de este tipo de machete sobre todo para aquellos que les gusta salir al campo o al monte, es una pieza de espesor respetable de 5 a 6 mm, es decir, bien robusto y relativamente pesado, no es para estar bajando un cañaveral para lo cual se utilizan machetes de 2 mm de espesor, obviamente mucho más livianos y con la forma convencional de tener el lomo recto y bajar la nariz curva hacia el filo. Este tipo de machete táctico tiene un contra filo en la punta la cual está alineada con el filo, lo cual permite que sea utilizado muy efectivamente de punta para penetrar.

Quiero aclarar, aunque parezca mentira que en las fotos quien aparece soy yo hace años atrás, el pelo se ha ido y quedó la barba candado que aparece en las fotos más modernas.

Aquí muestro dos machetes tipo Rambo IV uno fue para Colombia y uno para Costa Rica (como siempre regalos) estos países centro americanos valoran mucho a los machetes, no tienen cuchillos típicos pero el machete les es universal.

El tamaño del original es de 48 cm y yo los hice en 52 cm, el cabo es en cuero redondo con espesores internos de cuero para dar forma, impermeabilizados con Suprabond antes de poner el cuero redondo.

Acero 5160 de 6mm de espesor, para hacerlos más tradicionales no usé el horno eléctrico sino la fragua para el temple en Cauquén 12 de YPF (un aceite de temple rápido, baja viscosidad y que anda muy bien para estos aceros) y el revenido en horno eléctrico a 210 C° por hora y cuarto. Quedaron bien duros. Se puede usar el horno de cocina al máximo por el mismo tiempo y anda perfecto ya que llega a esa temperatura.

Diseño para cortar el perfil del machete (luego se forjan los biseles) y el estirado le da la curvatura



Perfilado del contorno:

El perfilado es muy sencillo ya que solamente debemos trabajar sobre el mango del machete y hacer un corte en ángulo en la punta del mismo.



Aquí muestro el tamaño relativo a una persona como dije uno de ellos tenía que tener un mango largo ya que, para una persona de manos extremadamente grandes, ese es el que estoy mostrando en la foto siguiente. El de la foto soy yo…. Con pelo y muchos años menos….



Forjado:
El forjado es muy sencillo, se trata solamente de bajar el filo desde aproximadamente la mitad de la altura de la hoja en este caso de los 6 mm de espesor lo llevaré a 2 mm y medio. Al bajar el bisel hacia el filo se producirá una curvatura que es propia de este machete, si al realizar el bajado la curvatura es excesiva podemos corregirla pegando sobre el filo apoyando el lomo sobre el yunque.

Por favor tengan en cuenta que el color del acero está muy claro por el efecto de la máquina de fotografía que tiende a balancear los colores, no forjamos a temperaturas tan altas, un naranja claro es el límite superior deseado, por encima de estas temperaturas se producen decarburados y si seguimos aumentando la misma podemos llegar a estropear el acero ya que se desmorona por estar muy cerca de la curva de líquidus la cual pueden ver en los anexos en el diagrama hierro carbono.



Detalle del forjado baja a 2,5mm:

Aquí vemos la diferencia entre el espesor del mango del machete y hasta donde he bajado el espesor en el filo que es de aproximadamente 2,5 mm, conviene dejar un espesor relativamente grueso ya que luego se dispone de más material para centrar el filo, si forjamos muy fino el filo y no queda perfectamente recto y en el centro del espesor al desbastar comeremos totalmente uno de los lados y deberemos achicar la altura para tener material para poder hacer el filo en el centro.



Cuando forjamos bajando los biseles la hoja se curva por lo cual tenemos que ir corrigiendo esa curvatura transversal a la hoja y verificar que la misma se encuentra recta tanto en el lomo como que el filo se encuentra centrado y recto respecto del espesor de la hoja.



Aquí podemos ver como el rectificado la hoja que estaba curva en la foto superior.



Es importante la prolijidad de que esté plano al terminar de forjar, ya que, si quedan hoyos por golpes no planos luego cuando desbastemos los biseles para que esos hoyos no queden como islas tenemos que desbastar hasta toda su profundidad adelgazando la hoja. Se puede utilizar un martillo de aplanar que tiene una superficie plana al cual se le pega con otra masa en la parte superior generando así un golpe muy plano sobre la pieza, en este caso no la he utilizado.





Ahora comenzamos con el desbaste con lija de grano 36, luego paso al grano 100 y finalmente un grano 220 antes de templar, luego del temple para este tipo de machete utilizo lija de grano 320 el cual es más que suficiente por el tipo de pieza al menos desde mi punto de vista.

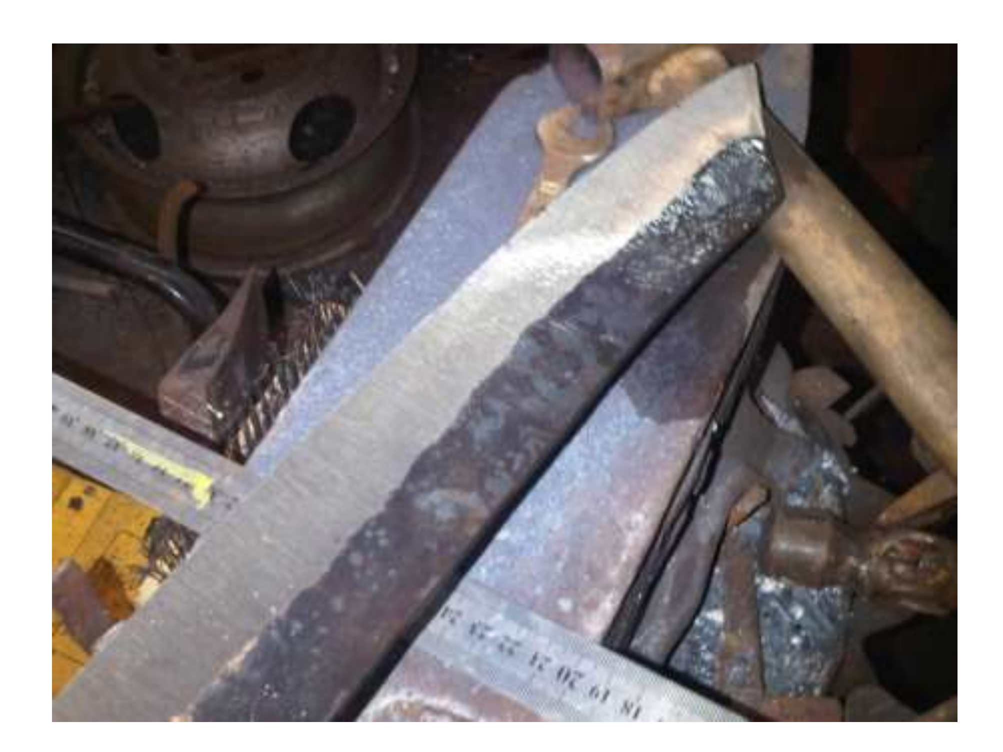
Comienzo por perfilar el filo, todo el resto de la hoja quedará en brut de forge.



Ahora comienzo a desbastar los biseles, recordemos que por el diseño que elegí los mismos llegarán aproximadamente a la mitad de la hoja



en la foto siguiente podemos ver el desbaste grueso en grano 36, se trata de un bisel relativamente cóncavo, si hacemos un bisel plano queda muy poco material en el filo y frente a un esfuerzo de corte concentrado en un golpe fuerte facilita que el mismo dañe o aún que salte un pequeño pedazo, recordemos que no es un cuchillo sino un machete.



Temple:
El temple se realiza como siempre llevando lo a temperatura donde el acero es anti magnético y los sumergimos en el medio de temple.

Tengamos siempre en cuenta que al sumergir la pieza a esa temperatura dentro el aceite se van a desprenderse llamas, no debemos asustarnos y llegar a mover la pieza de tal forma que se vuelque el aceite prendido fuego, inmediatamente tendremos un incendio difícil de controlar. Noten que utilizo una pinza larga y estoy fuera de la proyección del fuego y los gases que emanan del recipiente temple. Si la pinza es corta tomen la pieza en ángulo y utilicen guantes protectores.



Aquí ya vemos la pieza templada, está muy frágil por no haberla revenido aún, es el momento de hacer una prueba de Lima para ver si hemos logrado una buena dureza sobre todo el filo



Revenido:

Lo realizó a 230 C° durante una hora, como verán en la foto siguiente estoy utilizando el horno eléctrico pero se puede hacer perfectamente en el horno de la cocina de casa puesto al máximo, tengan en cuenta que en caso de usar el horno de cocina la hora y media debe ser

tomada en cuenta desde el momento que se logró la temperatura revenido, hay hornos que tardan mucho en llegar a una temperatura máxima y por lo tanto no existe ninguna conversión en la pieza durante el tiempo que las temperaturas son bajas. No hace falta pre calentar el horno, solamente extendemos el tiempo teniendo en cuenta que el revenido es un proceso cuyo tiempo flexible siendo una hora el mínimo pero que no enfrentamos ningún inconveniente en llevarlo a una hora y media o dos. En este proceso perdemos algo de dureza dos o tres Rockwells C pero ganamos mucho en tenacidad o sea pérdida de fragilidad.



Los dos hermanitos (uno con mango extra large para el dueño de 2 mts y 125 Kg de peso...), Uno ya está desbastado y el otro recién terminado de forjar, el desbaste ha quedado un poco más alto de lo esperado, pero me agrada.



Terminados:

Aquí vemos a los dos hermanos terminados, uno con mango normal y otro con mango más largo la longitud de hoja es de aproximadamente 34 cm y se le suman 13 cm de mango en un caso y 15 en el otro.



Aquí los vemos del otro lado las fotos fueron sacadas con teléfono celular por lo tanto no tiene gran detalle.



Hacha de cocina en BRUT DE FORGE con espiga completa:

Aquí buscamos tener una espiga completa que va a disponer de 3 pasadores de acero inoxidable de 4 mm de diámetro. Es más larga y el espesor de 8mm de 5160.

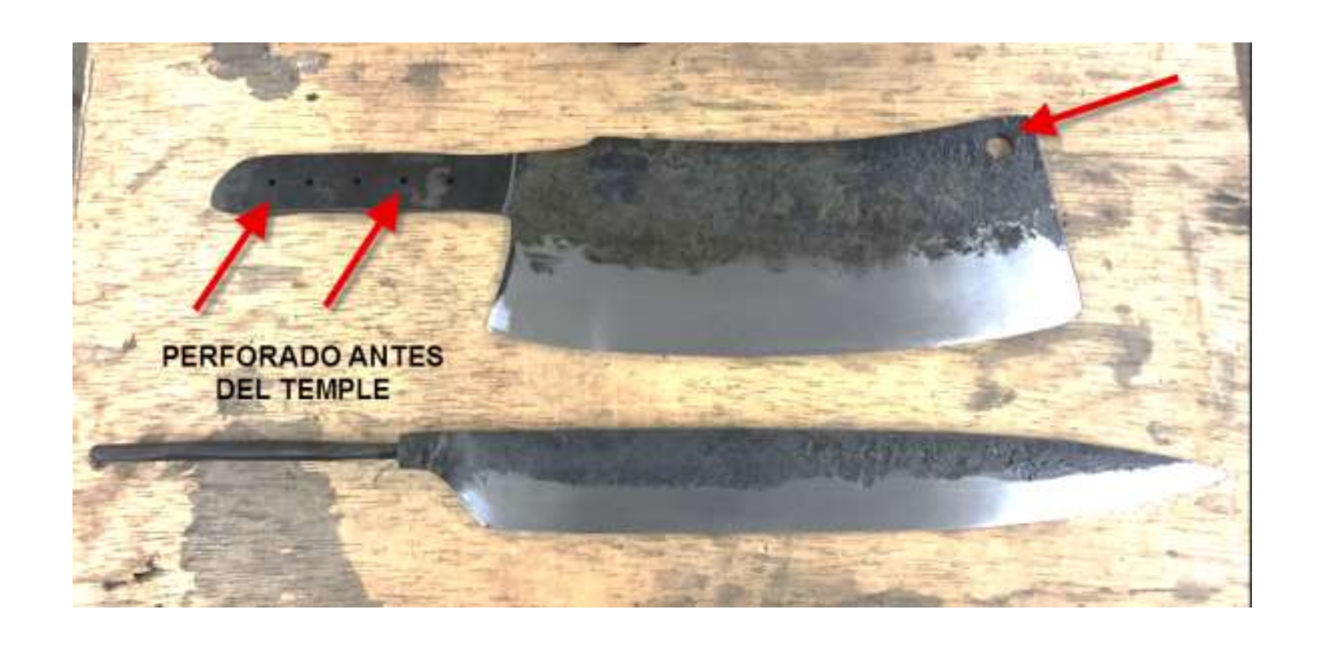
No voy a repetir el dibujo del proyecto, en la próxima hacha con espiga escondida (ver más abajo) pongo un dibujo como ejemplo.










PERFORADO ANTES
DEL TEMPLE







El encabado es igual al que muestro en el hacha de rescate (ver más abajo) así que no repito todo el proceso aquí.



Hacha en brut de forge de un elástico de camión de 10 mm de espesor con espiga escondida:

Esta fue encabada en hueso de vaca hecha para un amigo gigantón, con manos que son racimo de chorizos, Pablo encontró en una avenida el fleje roto de un camión y me lo traje, le dije “te hago un hacha para los lechones”.

El uso de material usado nos hace ser cautelosos ya que podemos terminar un cuchillo y que se quiebre por una fractura que no vimos.

Hay formas técnicas de ver esas posibles micro fisuras como el uso de tintas penetrantes pero no tiene sentido para lo nuestro.

Lo que es sumamente importante es hacer un recocido bien hecho, llevar el material al punto no magnético (rojo claro o naranja) y dejarlo enfriar lentamente. Esto eliminará el tratamiento térmico anterior y nos dejará un acero de grano fino y dúctil.

Con fragua de gas yo lo llevo a la temperatura y cierro la boca con un ladrillo refractario para que el enfriamiento sea lento dejándolo toda la noche.

Proyecto.

En el dibujo (es malo por cierto) trato de mostrar qué quiero hacer, el fleje tiene 10 mm de espesor 80 mm de alto y 360 mm de largo desde la punta hasta la fractura por donde rompió el elástico.

Vean que uso el material desde la punta “sana”, nunca del lado de la fractura ya que puede haber otros daños en la estructura del metal como propagación de fisuras o fatigas, por algo rompió ahí.

En la parte superior vemos el fleje original, a la espiga la corto de 50 mm ya que la estiro haciéndola más delgada en forma conicada.

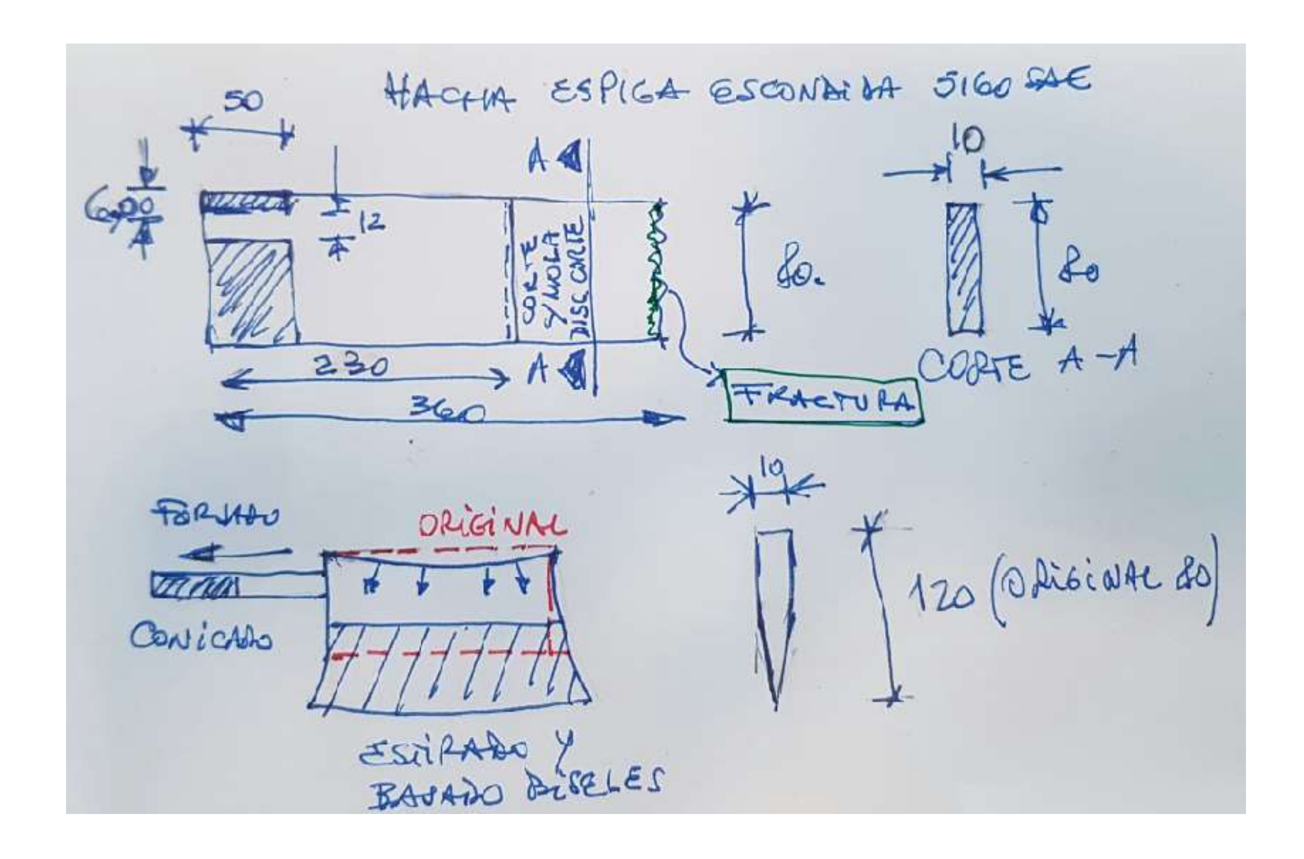
La parte sombreada es la que saco usando amoladora con disco de corte, finalmente corto la longitud que necesito en este caso 230.

Recuerden que esto es siempre una intensión de lo que queremos hacer, para este tipo de trabajo milímetro más o menos no hace una diferencia.

El fleje tiene 80 mm de altura y el hacha tendrá 120 mm eso lo haré bajando los biseles y estiranto en el ancho hacia el filo.

En rojo muestro el perfil original, vean que la parte superior se curva, eso es por el estirado del filo y ese perfil me agrada. Lo mismo el filo queda curvo y eso mejora la capacidad de corte.

No muestro los pasos de la forja ya que lo vimos en el hacha full tang anterior. Pero en este caso agrego el encabado que en aquél no lo puse ya que es como el de cualquier cuchillo.



Aquí vemos el estirado de la espiga.



El brut de forge está exagerado ya que lo marqué profundo con un martillo de pena, un forjado plano no queda con semejantes marcas.

Para el cabo voy a usar hueso de tibia de vaca tratado con lavandina para blanquearlo una vez removido el caracú.



Guardamano y pomo forjado. Antes de poner la resina.



Dedicatoria a Pablo que quedará en la resina por siempre. “Para Pablo MSP”.



Terminada con un coloreado del hueso por llama con un soplete (ojo no quemarlo)



Detalle del pomo:

El pomo tiene un pasa cabo y está en brut de forge haciendo juego con la hoja y la guarda o virola delantera.



Forjado de un hacha de rescate:

Estas son hachas que atrás tienen un pico. Hay una cantidad innumerable de modelos industriales.

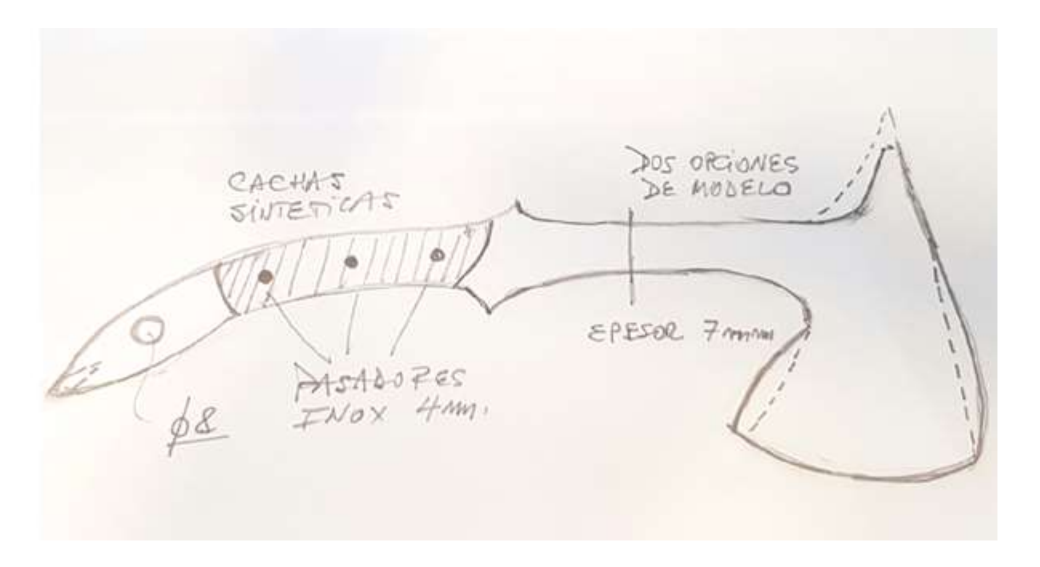






Proyecto:

He dibujado un perfil del hacha, hay dos versiones, una en línea punteada.



Manos a la obra.



Uso unos de los martillos japoneses de forja realizados por mi.





Ya con forma definitiva y un lijado a 120:





Encabado del hacha:

Comenzamos seleccionando el material que vamos a usar en la empuñadura ya sean naturales como maderas, cueros, cuernos, etc. o sintéticos como micarta, resinas, dymonwood, otro tipo de laminados, etc.

En este caso uso un material laminado de maderas y resinas que es como una micarta Dymonwood, pero de madera. Lo primero que hago son los 3 agujeros para los pasadores viendo que me quede material por toda la forma perimetral. Lo bueno de hacer los agujeros (para mi) es que luego nos sirven para el perfilado de las hojas en conjunto, etc.

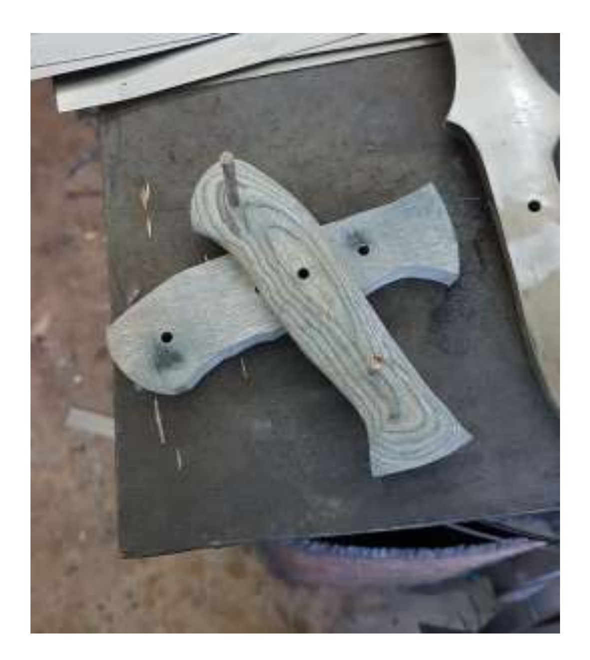


Para el conformado del perfil voy a usar la lijadora de banda, se puede hacer con sierra de calar, desbastando con limas, etc. Lo importante en NO PASARSE DE LA LÍNEA MARCADA o hay que tirar la cacha o el par de ellas en este caso porque este material viene en un conjunto de dos para encabar un cuchillo.

Noten que utilizo e borde del plano vertical habiendo dejado la lija unos milímetros afuera. Este material es muy lindo de trabajar. Como todo material que tiene resinas hay que utilizar máscaras contra polvos.



Ya habiendo lijado una de las cachas con la forma definitiva, comprobando que se ajusta al mango del hacha y solo con el desbaste grueso (sin lijar hasta 320 ó 400) la presento sobre la otra cacha y marco el perfil.



Presento la ya terminada con la segunda contorneada, habrá pequeñas diferencias, por eso uso los pasadores ya cortados para unirlas y presentarlas.



Ya con ambas juntas puedo llevar el perfil de la segunda exactamente igual que la primera trabajando con ambas hermanadas.

Una vez emparejadas debemos lijar la segunda a la misma forma que la primera. El tenerlas juntas y fijas entre sí a mi me ayuda a ir lijando y tener la otra pieza para buscar la simetría.



Ya tengo las dos cachas iguales.





Ahora ya dispongo de todo para encabar, como uso resina epoxi de 10 minutos hay que tener todo preparado para colocar habiendo antes ensamblado el conjunto para asegurarnos que todo calza correctamente.

Ya tengo las cachas y los pines listos. Desengraso el mango para asegurar que pegue bien el epoxi. Una buena opción es lijar la zona con lija gruesa para darle más agarre (OJO no lijar fuera de los contornos de las cachas por razones obvias, se verá el rayado grueso)



Pongo la resina y la aprieto en la morsa y tres pinzas de fuerza por arriba para que la presión sea pareja en toda la superficie dejando que seque. Yo a la resina de 10 minutos la dejo una hora ya que sigue ganando dureza.





Sacamos, lijamos las marcas de las pinzas, vamos hasta una lija 320 y el resultado es este.



Vista de arriba:



En la mano:





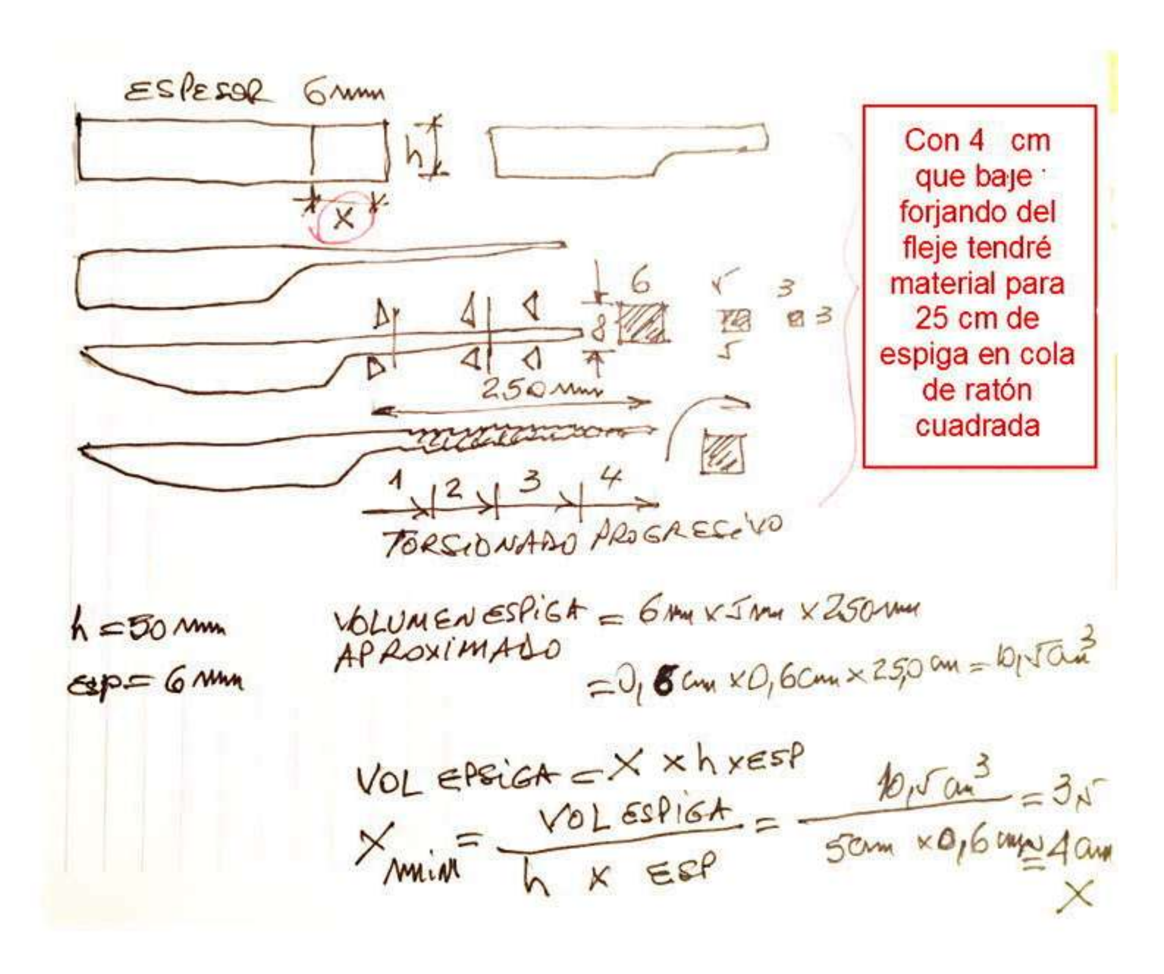
Me parece que ha quedado bien, al menos a mí me gusta.

Cuchillo vikingo forjado:

Este es un proyecto para esos días de frío cuando tenemos ganas de forjar como verán hay que estirar lo que va ser

Calculo de cuanto fleje necesito para hacer la empuñadura. Se trata de ver el volumen de acero (del fleje) que necesito para estirar. El asunto es no quedarnos sin acero para la hoja.

Muestro aquí un modelo con torsionado completo de la cola de ratón, el que voy a hacer tiene la parte superior sin torsionar y la inferior torsionada.



En forma aproximada vemos los pasos en la figura de arriba del proceso. Noten que el torsionado lo hago en 4 etapas para que salga lo más prolijo posible el mismo. No podemos desde la punta fina torsionar todo ya que las espiras se concentrarán en la punta y nada hacia la hoja, se comienza desde ella hacia la punta usando una pinza atlas.

Aquí vemos la cola de ratón ya estirada.



El torsionado es una tarea sencilla y no la agrego, solo queda doblar y darle forma a la empuñadura.

T



Verificamos que haya quedado bien plano y el filo al medio.



Forja terminada, ahora proseguimos los biseles ya sea con amoladora o lijadora dejando la parte superior en brut de forge con la altura que nos guste.

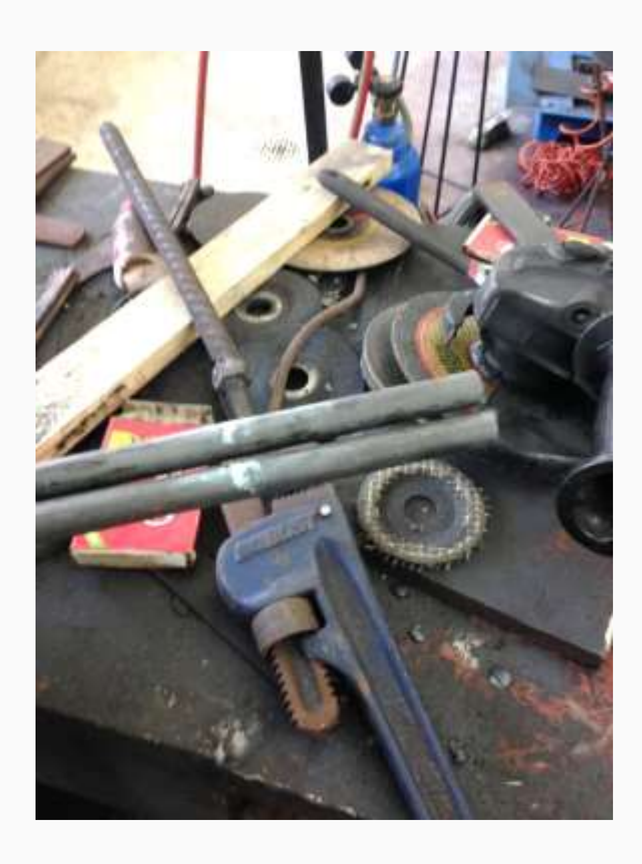


Desbaste, lijado a 220, temple, revenido y terminamos a grano 320, si quieren pueden seguir hasta el pulido a espejo con grano 1500. Odio lijar…. En este caso le hice un tratamiento con mostaza



Forjar pinza de herrero muy fácil

Con un hierro del 12 liso o de construcción trefilado se cortan 2 barras de 70 cm (esta es una pinza relativamente larga para usar en la fragua de gas que caliente mucho hacia adelante). Se marcan a 16 cm.



De esos 16 centímetros 8 cm van a 45° y otros 8 se vuelven a doblar a 45° en el sentido

inverso, queda una Z, las fotos son claras. Debemos hacer dos iguales, una de las barras se ve al rojo aún.



Ahora se aplasta la zona inclinada que es donde va a ir el eje de la pinza y la punta (una a 90° de la otra) que va a hacer la parte plana que tome a la otra barra.



Se desplaza la mordaza de la pinza a un lado (ojo con la otra barra que es la complementaria, es decir para el otro lado para que quede la pinza armada.



Hacemos las dos iguales y vemos como quedan superpuestas, luego agujero y perno, listo. Como verán no me gasté en prolijar redondeando ni nada.



Con un punzón cónico en caliente perforamos para el perno o remache en un redondo de 8mm. Si hay más material se puede perforar con mecha.

Probando las hojas, ¿el grano será fino? ¿Serán tenaces?

Los cuchillos y demás hojas ya sean dagas, etc. deben soportar la flexión demostrando tener tenacidad es decir absorber deformaciones volviendo a su geometría original. Sin dudas existe un límite para absorber esta deformación pasado ese límite la hoja queda doblada o se rompe.

Yo realizo pruebas de flexión utilizando la prensa de 70 t y dos tacos de madera cortados curvados uno macho y el otro hembra.

Para este caso muestro una forma de hacerlo con un sargento metálico y dos tacos de madera.

San mai japonés damasco y 5160

Aquí vemos dos fotos desde el lomo y desde el filo de un cuchillo tradicional japonés de un solo bisel.





Deba (cuchillos japonés) san mai damasco y 1070:

El deba es un cuchillo para trabajar el pescado sacando los filetes. Como todo cuchillo japonés tradicional tiene un solo bisel ya sea para diestro o zurdo. En este caso es uno de tamaño medio con 5 mm de espesor en el lomo.





Caronero en acero 52100:

El caronero es el cuchillo más largo que utiliza el gaucho, se lleva en la carona del caballo de ahí su nombre, tiene una longitud de hoja de 50 cm o más. En estas hojas largas la tenacidad es muy importante ya que deben soportar deformaciones perpendiculares al plano de la hoja lo mismo que los sables y estoques.



Una daga, prueba de flexión con prensa:

Ahora probamos con la prensa hidráulica una hoja de una daga que se apoya en cuna de madera para cargar toda la hoja, con los sargentos se carga sobre un punto.

Aquí sin carga, solo se apoyan las maderas en equilibrio.



Ahora la cargamos hasta tener la deformación completa



Y finalmente descargamos levantando la prensa y vuelve a su posición original, como se ve bien derecha.



Esto nos muestra que ha quedado con un buen tratamiento térmico ya que es dura a la prueba de lima y tenaz a la deformación.

PRUEBA DE ACERO PARA FORJAR O DESBASTAR CUCHILLOS

Ya he dicho que hay que escaparle a los haceros desconocidos, pero si queremos utilizarlos va una pequeña guía para saber cómo aprovecharlos mejor.

Esto no aplica para aceros usados que compramos y que por su destino sabemos qué son, por ejemplo espirales de gran tamaño SAE 9260, flejes de elásticos de autos o camiones SAE 5160, discos de arado SAE1070 al Boro, limas viejas buenas W1, etc.

Pero muchas veces tenemos un acero y no sabemos qué es y ***sobre todo si es que sirve para hacer cuchillos***. ¿Qué podemos hacer?

Lo que necesitamos saber primariamente es si el material es lo suficientemente duro y tenaz para hacer un cuchillo.

Lo ideal es cortar tres (3) probetas de 10 cm de largo y que tengan entre 4mm y 8mm de espesor (si tenemos un bloque o un eje de 2" de diámetro no podemos hacer estas pruebas, pero si es un fleje o un disco sí y unos 15mm o 20 mm de ancho.

Debemos tener en cuenta que la relación de esbeltez "largo / espesor" de las probetas debe ser mayor que 10 veces para que se comporte como una hoja, es decir como una viga larga ya que si no se comporta como una viga corta con características completamente diferentes en el comportamiento estructural.

Tengan en cuenta que todo esto es realizado sin instrumentos y por lo tanto no podemos dar valores certeros y absolutos sobre el material, su composición ni características específicas.

Probetas:

A las probetas las llamaremos A, B y C.

Probeta A:

Esta es la probeta de contraste, material virgen:

1. No le hacemos ningún tratamiento.

2. Medimos la dureza con una lima si muerde el material no está tratado térmicamente

3. Si la lima no muerde es un material templado y duro pero aún nos falta saber si nos sirve para cuchillos.

4. Le hacemos una prueba de chispa y contrastamos lo que vemos con la Tabla I. Si solo tenemos hilos cortos sin eflorescencias y la lima ha mordido, es de bajo carbono y no sirve.

Probeta B:

1. La llevamos a temperatura antimagnética y la templamos en un baño de aceite a 60Cº.

2. Observamos que no aparezcan eflorescencias o manchas (pasados de temperatura)

3. Hacemos la prueba de lima contrastando con la probeta A, hacemos una y otra enseguida para tener bien la idea de la diferencia de dureza. Si no tomó suficiente dureza usaremos la probeta C.

4. Hacemos un revenido a 220 Cº en horno de cocina por una hora, sabremos la temperatura por el color ya sea de los pajizos o de los azulados. Ver Tabla II. Dejamos enfriar

5. Nuevamente probamos con la lima para ver si perdió mucha dureza por el revenido. Generalmente se perderían unos 3 HRc

6. Llevamos la probeta a la morsa y la apretamos en posición horizontal mordiendo 3 cm de un extremo y con el menor espesor vertical (como si fuera una hoja de cuchillo)

7. Con una llave de fuerza o un caño de diámetro adecuado tomamos 3 cm del otro extremo quedando 4cm al medio y producimos una flexión de 10º, soltamos y vemos si vuelve a la posición sin deformación residual (permanente) si pasa esta prueba ya sabemos que es duro y de tenacidad suficiente.

8. Observamos si la pieza no tiene fisuras luego de esta deformación, lo ideal es usar una tinta penetrante, pero con lupa se ven.

9. Repetimos, pero a 20º si vuelve sin deformarse es muy tenaz.

10. Le aplicamos deformación hasta que rompa y vemos la uniformidad del grano adentro, vemos si hay diferencias entre superficie y núcleo y si no hay otras fisuras en la parte flexionada cerca de la fractura de ruptura.

Probeta C:

Para aceros templables al agua tipo serie W (water):

Si el material no tomó dureza, pero la prueba de chispa nos mostró un acero aleado, aumentamos la velocidad de temple (nos alejamos de la nariz TTT)

1. La llevamos a temperatura antimagnética y la templamos en un baño de agua o salmuera a 80Cº.

2. Observamos que no aparezcan eflorescencias o manchas (pasados de temperatura)

3. Hacemos la prueba de lima contrastando con la probeta A, hacemos una y otra enseguida para tener bien la idea de la diferencia de dureza. Si no tomó suficiente dureza usaremos la probeta C.

4. Hacemos un revenido a 220 C° en horno de cocina por una hora, sabremos la temperatura por el color ya sea de los pajizos o de los azulados. Dejamos enfriar

5. Nuevamente probamos con la lima para ver si perdió mucha dureza por el revenido. Generalmente se perderían unos 3 HRc

6. Llevamos la probeta a la morsa y la apretamos en posición horizontal mordiendo 3 cm de un extremo y con el menor espesor vertical (como si fuera una hoja de cuchillo)

7. Con una llave de fuerza o un caño de diámetro adecuado tomamos 3cm del otro extremo quedando 4cm al medio y producimos una flexión de 10º, soltamos y vemos si vuelve a la posición sin deformación residual (permanente) si pasa esta prueba ya sabemos que es duro y de tenacidad suficiente.

8. Observamos si la pieza no tiene fisuras luego de esta deformación, lo ideal es usar una tinta penetrante, pero con lupa se ven.

9. Repetimos, pero a 20º si vuelve sin deformarse es muy tenaz.

10. Le aplicamos deformación hasta que rompa y vemos la uniformidad del grano adentro, vemos si hay diferencias

11. Si la probeta B anda bien ya nos podemos dar por satisfechos.

Nota: Verán que no hago una prueba de temple en aire [D1 / D2:K110] ya que son más raros, pero se puede hacer.

Si el material sirve, pero está templado usamos la tabla II para hacer un normalizado calentando a 850 C° y dejando enfriar muy lentamente para poder trabajarlo por desbaste, perforado de pernos de cabo, etc. O por forjado ya sabiendo de su aptitud para hacer un cuchillo.

Pruebas de chispas para determinar tipo de acero.

Este es un método solo aproximado, pero de gran ayuda

FORMA DE LAS CHISPAS	IMÁGENES DE CHISPAS	TIPO DE ACERO	AISI-Standard	Composición en %
Ramillete con espinas, y puntas de lanza color rojo		Acero templado y revenido	4140	0,42 C 1,1 Cr 0,2 Mo
Líneas continuas, algunas espinas, formado por estallidos de Carbono		Acero endurecido		0,21 C 1,3 Mn 1,2 Cr
Líneas continuas, más espinas se formaron por estallidos de Carbono		Acero al carbono para herramientas	1045	0,45 C 0,3 Si 0,7 Mn
Muchos estallidos de Carbono que empiezan al pie del haz, muchos ramos		Acero al carbono para herramientas	W1	1,05 C 0,2 Si 0,2 Mn
Antes de los estallidos de Carbono se incrementa la luz en el flujo primario. Muchos ramos pequeños		Acero aleado con Mn-Si	S4	0,60 C 1,0 Si 1,1 Mn 0,3 Cr
Flujo de líneas amarilla, aclarando en el centro, formando espinas en los extremos		Acero para herramientas aleado Mn	02	0,90 C 2,0 Mn 0,4 Cr 0,1 V
Pocos estallidos finos de Carbono seguidos por club liso luminoso		Acero para herramientas aleado W	S1	0,60 C 0,6 Si 1,1 Cr 0,2 V 2,0 W
Un flujo delgado y lineal, el cuadro de la chispa vivo, líneas discontinuas en las cabezas		Acero para herramientas aleado Cr-W	O1	1,05 C 1,0 Mn 1,0 Cr 1,2 W

Haz corto Templado: con pocos Endurecido: con muchos ramos luminosos		Acero para herramientas aleado con Cr carbono alto, ledeburita alta	D2	1,55 C 12,0 Cr 0,7 Mo 1,0 V
El flujo de líneas continuas, alguno los estallidos de carbono, línea coloreada de naranja en la cabeza		Acero para trabajo en caliente, alta aleación	H13	0,40 C 1,0 Si 5,3 Cr 1,4 Mo 1,0 V
El flujo de líneas rojo oscuro con brillo en la punta de la lanza, pocas espinas		Acero de alta velocidad	M2	0,90 C 4,1 Cr 5,0 Mo 1,9 V 6,4 W
Líneas del flujo rojas, punteadas oscuras con brillos en las cabezas de la línea		Acero de alta velocidad	T42	1.23 C 4,1 Cr 3,8 Mo 3,3 V 10,0 W 10,5 Co
Haz corto con espina como los estallidos de carbono		Acero inoxidable	420	0,40 C 13,0 Cr
Flujo continuo, línea sin los estallidos de carbono		Acero inoxidable	304	<0,07 C 18,5 Cr 9,0 Ni

GUARDAS PARA CUCHILLOS

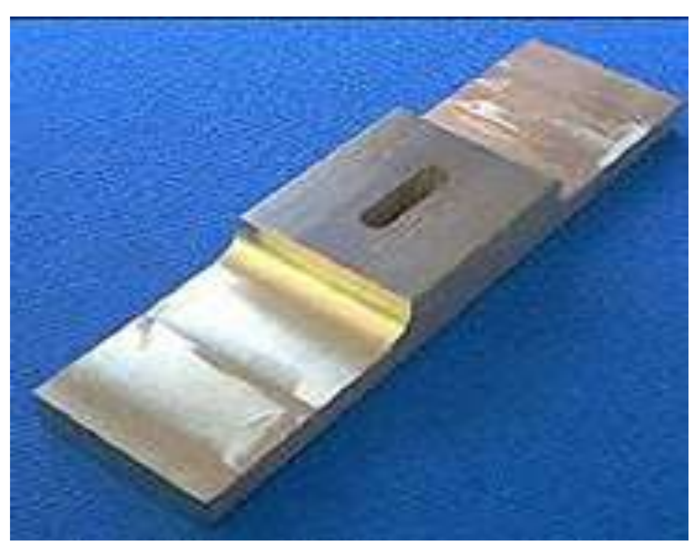
Hay infinitos tipos de guardas, tantos como geometrías se nos ocurran, aquí solo quiero poner alguna de ellas para tener una idea para aquellos que comienzan.

Los materiales pueden ser desde hierro, bronce, alpaca, acero damasco, acero inoxidable, etc.



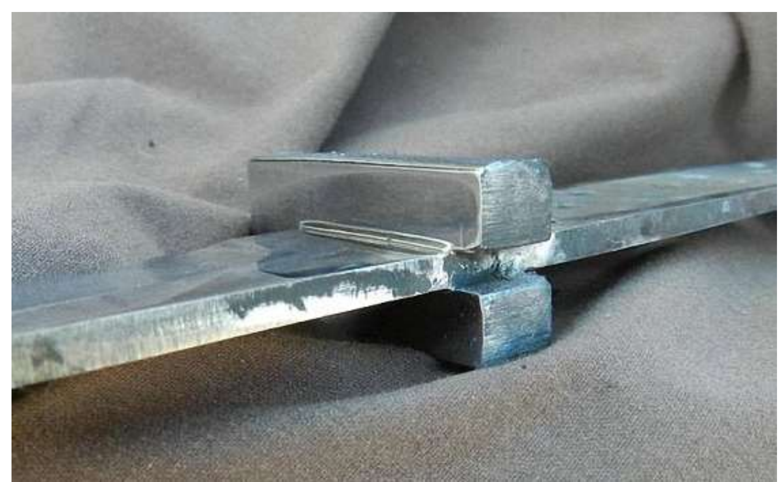


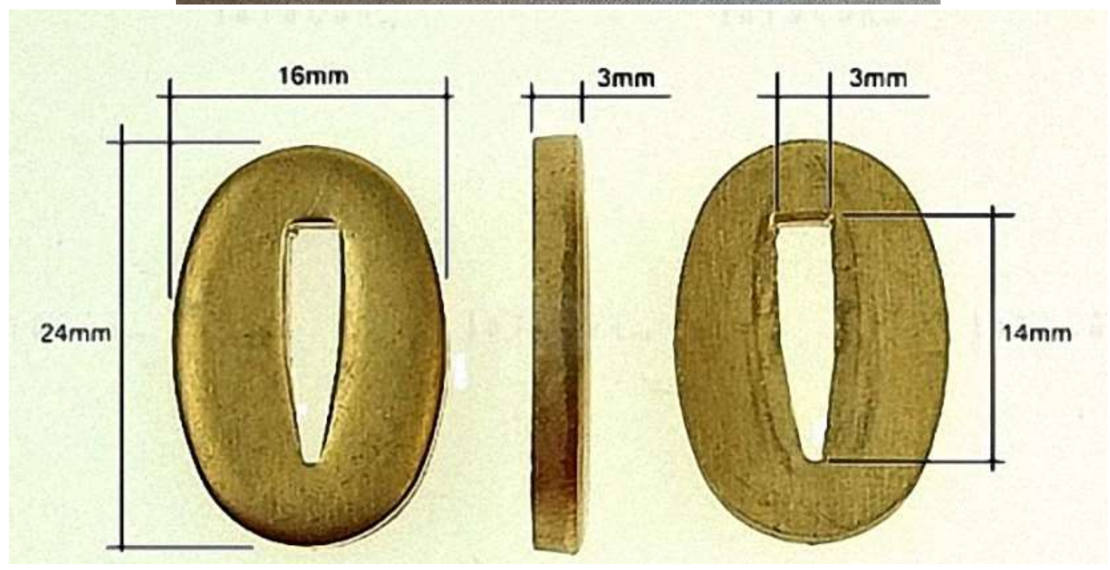








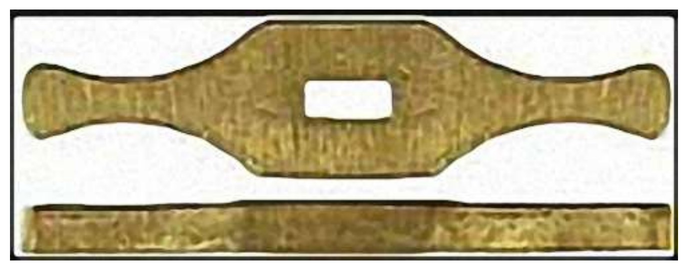


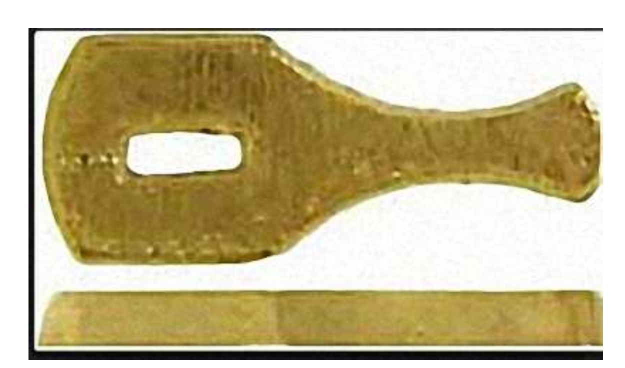

16mm
3mm
3mm
24mm
14mm












1 2 3 4 5 6



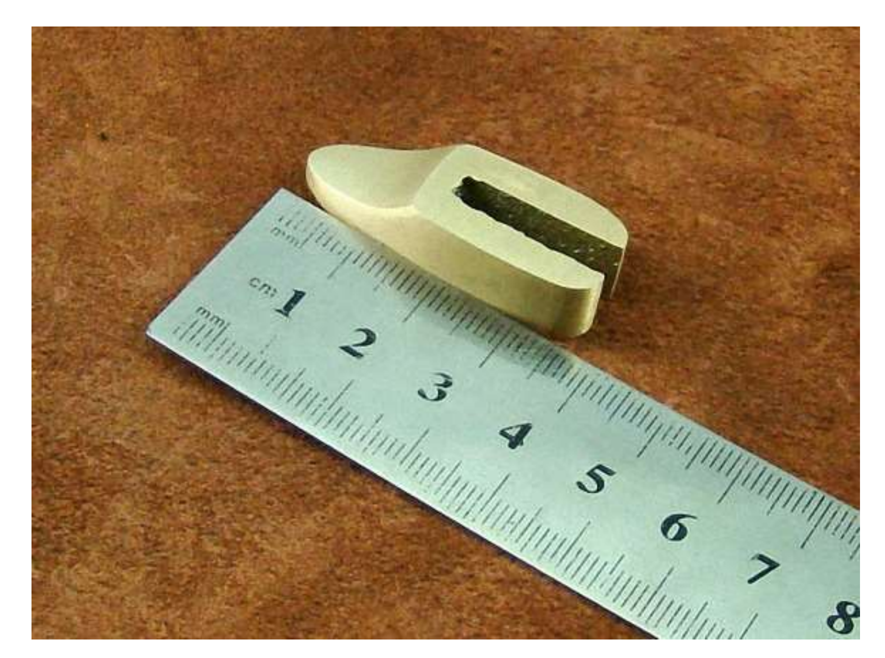



1
2
3
GOLDSTAR GS-24






cm
1
2
3
4
5


cm
mm
1
2
3
4
5
6
7
8


mm/inch
OFF
ON
ZERO
80


mm/inch
OFF
ON
ZERO
mm



GUARDAMANOS

D GUARDS

USADOS PRINCIPALMENTE EN PUÑALES DE COMBATE Y CUCHILLOS DE HOJA LARGA


1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11



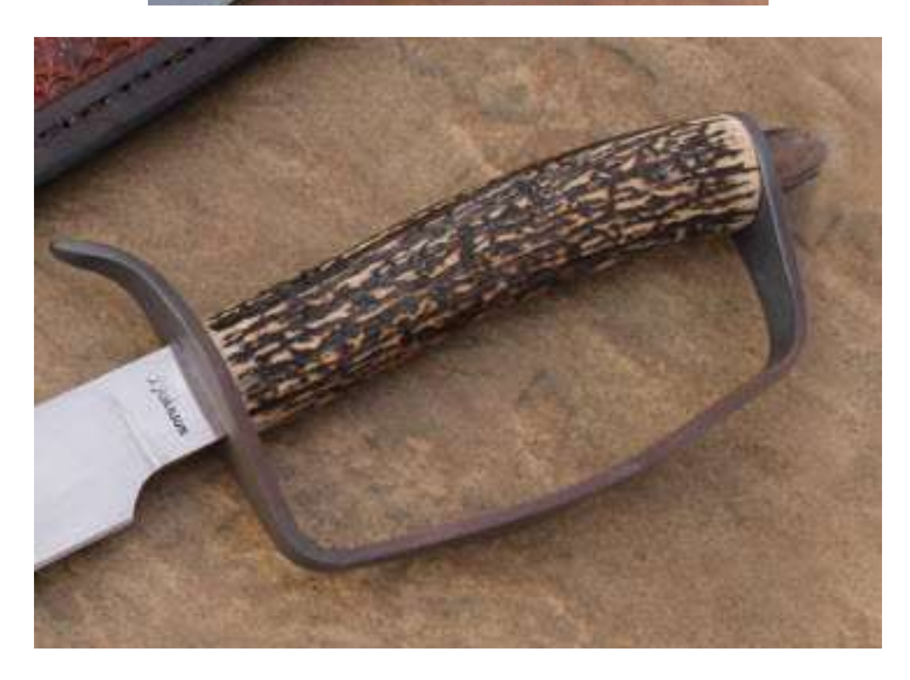




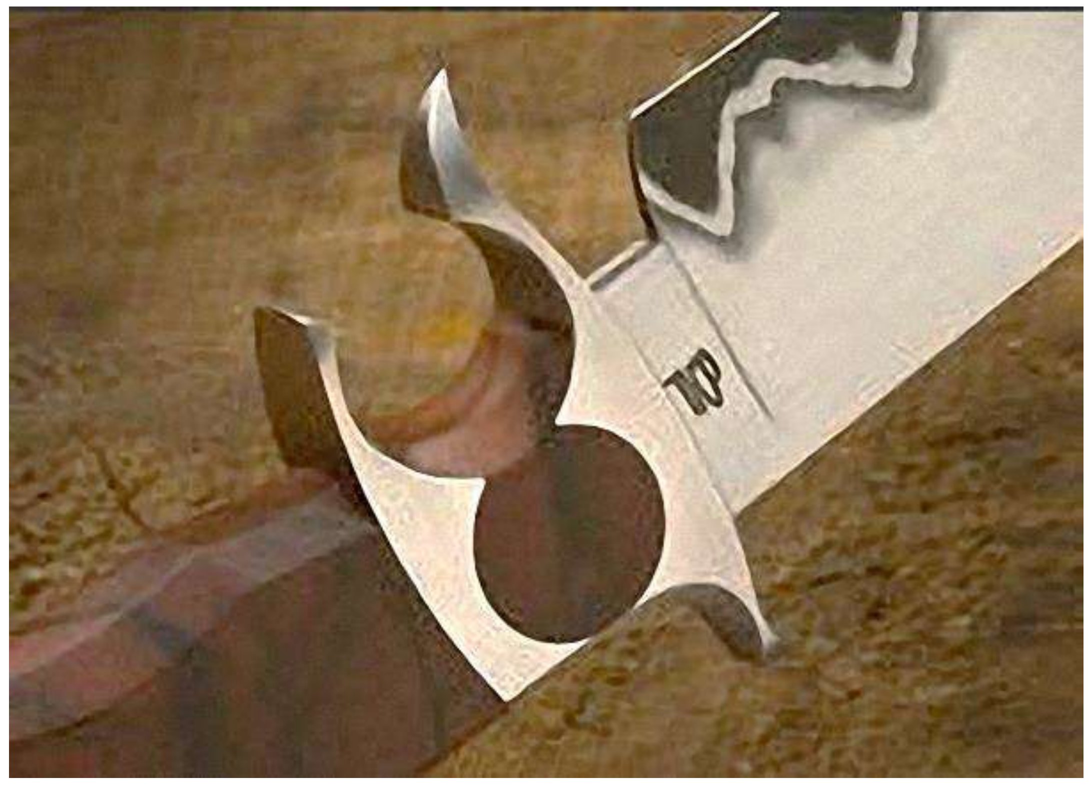









U.S







LIJADO DE LAS HOJAS:

Reglas generales:

- Hay dos etapas del lijado, antes y después del tratamiento térmico (con el revenido ya hecho)
- Todo lo que sacamos fácilmente antes de templar se complica por 5 luego del temple ya que el material está muchísimo más duro.
- El tipo de acero que estamos lijando tiene mucho que ver con el tiempo de lijado, por ejemplo, un acero D2 bien templado es durísimo, ni hablar aceros de muy alta aleación de los modernos.
- El lijado cuando es a mano se hace generalmente con lijas al agua en húmedo, hay gente que usa aceite liviano para que el lijado sea menos agresivo, otros usan agua y detergente. Yo uso agua de la canilla, simple.
- El lijado en lijadora es siempre en seco.
- Siempre vamos del grano más grueso al más fino 80, 120, 220, 320, 400/500, 800, 1000. Yo hago cuchillos no espejos así que 400 es mi límite manual. Tengo bandas hasta grano 2000, con esas no tengo problemas, que trabaje la lijadora.
- Cada grano DEBE HACER DESAPARECER TODA MARCA DEL ANTERIOR.
- No creer en el milagro que en el próximo grano más fino va a hacer desaparecer ese conjunto de rayitas del grano actual. ¡Hay que sacarlas ahora!
- Con el cambio de cada grano cambiamos la dirección del lijado para borrar las marcas del paso anterior.
- La lija se usa sobre soportes rígidos semi blandos o blandos.
- Soporte rígido, un trozo metálico bien plano que no se doble pero que no pese una tonelada.
- Soporte semi blando, un taco de goma de lijado, los hay en plano, media caña para zonas curvas, etc. Se compran en pinturerías.
- Soporte blando. Los dedos y la lija.
- Hay que acostumbrarse a que la lija corra sobre toda la superficie posible de contacto. Si tenemos un bisel plano no apoyamos ni sobre el filo ni sobre el lomo, lo hacemos sobre toda la superficie y por el ancho del soporte que usamos (3 a 4 cm)
- Hay gente que lava las lijas continuamente para que no se empasten. Esto está bien pero el taller no es un lavadero. Busquen un equilibrio
- No esperen tener un pulido a espejo solo con lijas, se llega a grano 1200 o 1500 y luego pastas de pulir con poleas de trapo en amoladora de banco o más precariamente con la agujereadora y un eje que tome la polea.

Antes del TT:

Yo voy hasta un grano 320, hay decarburados y residuos del temple que no hacen tener sentido pulir más allá de esto.

Lo importante es que toda la pieza esté bien pulida Y RECUERDEN HACER LOS AGIJEROS EN LAS ESPIGAS ANTES DE TEMPLAR!!.

Después del TT:

Pulir desde el 320 hacia los granos más finos según las reglas generales que mencionamos antes.

Poleas para pulido:

Cuidado al usar estas poleas, se puede enganchar la pieza y hacer desastre (no solo en la pieza) en nuestro cuerpo. Piensen que es un trapo que gira a velocidad, no pongan la punta de frente al paño, siempre que el paño vaya tangencial y que no “ataque” filos ni ángulos. Usar las dos manos, prestar atención y estar bien afirmado. No le tengan miedo, solo cuidado.

Estas poleas se usan para terminar de pulir las piezas, ya sea maderas, cuernos, metales, etc. Es lo mismo que usar la franela y el Brillametal en casa, pero con poleas circulares.

Poleas de paño cocido:

Son rígidas y sirven por ejemplo para pulir en cóncavos si el diámetro es el adecuado.



Poleas de paños sueltos:

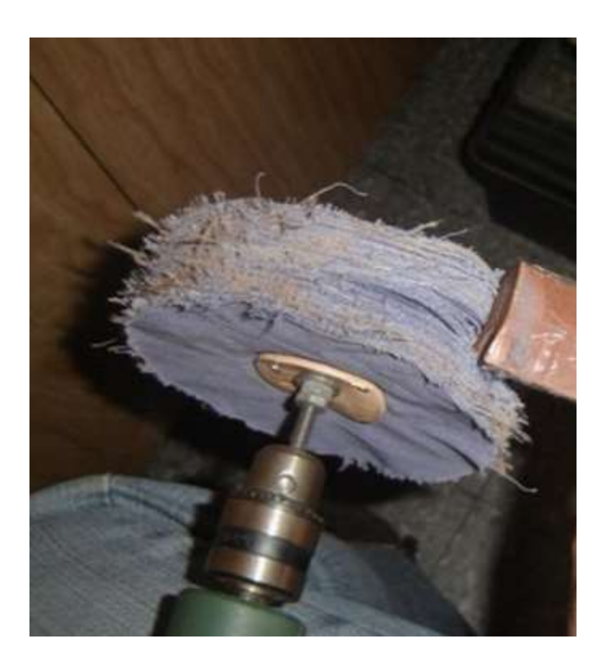
Estas son mucho menos agresivas que las cocidas, al girar a gran velocidad toman consistencia. Se usan más para maderas, cuernos, cuero, etc.

Permiten pulir por ejemplo los pomos redondeados ya sea de metal o de madera.



Uso de las poleas:

Aquí vemos como le aplicamos la pasta si está muy blanda (alguna gente calienta el taco y esparce sobre el paño), sino lo hacemos con la máquina en marcha y acercando la barra de pasta de pulir, yo prefiero esta forma.



Las poleas se van ensuciando, no podemos usar una polea para varias pastas de pulir, por ejemplo las de abajo se usaron con pasta NEGRA (gruesa) y ya no se pueden usar con VERDE (fina)



Cada tanto le saco un poco de suciedad poniendo en marcha y usando un cepillo de alambre las desgasto.

Los trapos son para cada pasta y material. Si con un trapo pulimos acero y luego queremos pulir madera esta se pondrá toda oscura

Pastas de pulir:

Las pastas vienen en barras de diferentes colores:



CUIDADO: **Cada fabricante tiene su color para definir la granulometría de sus pastas,** por ejemplo

BLANCA:	Pasta grasosa para trabajos con sisal, fibra natural, cepillos de alambre o nylon. Para latones, plata, acero inoxidable
AZUL:	Pasta medio grasosa para el brillantado. Utilizada con tela abrasiva o paño para plata, acero inoxidable
ROJA:	Pasta medio seca para el pulido y brillantado de latones, plata, cromo.
VERDE:	Pasta medio grasosa para el acabado del acero inoxidable.
AMARILLA:	Muy agresiva, para eliminas rayaduras de joyas y vajilleria.

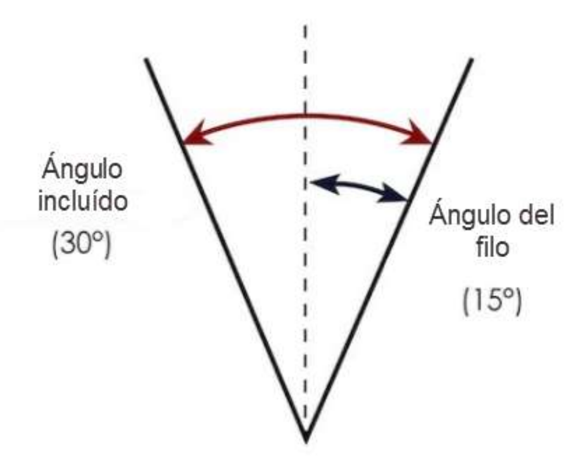
En un fabricante verde puede ser grueso y en otro fino.

Las pastas finas se pueden usar en hueso y madera logrando terminaciones muy buenas en los encabados

Afilado de los cuchillos:

El afilado es la actividad con la cual terminamos el cuchillo y la seguiremos realizando por toda su vida útil.

Lo importante es dominar el tema de los ángulos del filo, cuando nos referimos al ángulo de afilado es respecto al EJE DE LA HOJA ese es el ángulo del filo, el total es el ángulo incluido. Ver la siguiente figura.



El asunto es definir cual ángulo utilizamos, uno cerrado tiene un filo muy cortante, pero por la delgadez del material se mella más fácilmente. Nunca afilaríamos un hacha o un machete con el ángulo de un bisturí.

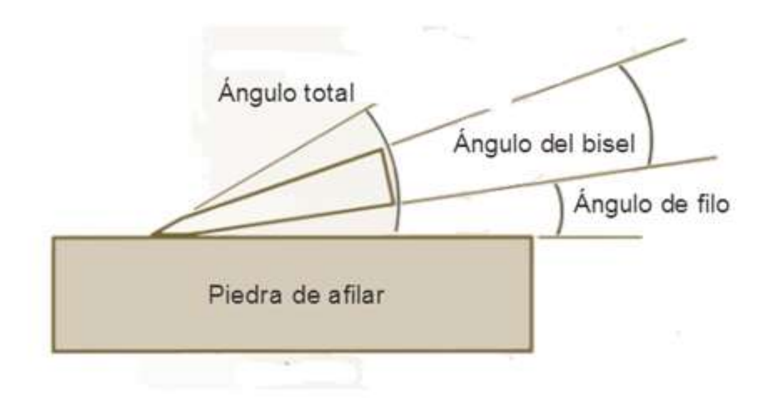
También por esa razón de fragilidad de los filos de ángulo estrecho es que se usa en materiales de mayor dureza que tienen mejor retención de filo.

En forma indicativa en la tabla siguiente muestra los ángulos de afilado “recomendados” para cada tipo de cuchillo, esto no es una ciencia exacta y podemos probar con variaciones.

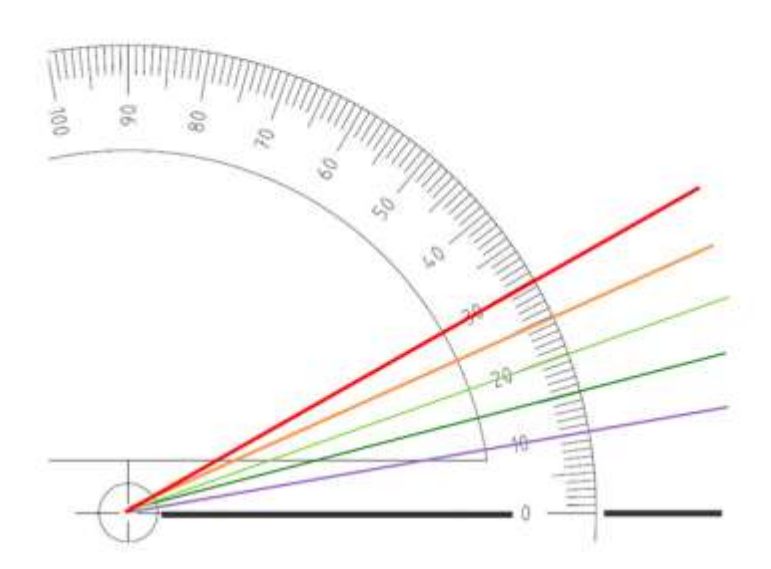
En los cuchillos industriales el fabricante (de ser buenos) ya ha decidido y aplicado un ángulo de afilado y es bueno continuar con ese mismo ángulo sin cambiarlo.

Tipo de cuchillo	Ángulo recomendado
• Hacha de cocina • Machete	30 - 35 Grados
• Cuchillos de caza • Cuchillos de bolsillo • Sobrevivencia • Deportivos	25-30 Grados
• Chefs • De cocina en general • Cuchillos pequeños • De deshuese • De tallado de vegetales	18 -25 Grados
• De fileteado • De pelar • Afeitadora / Navaja • Bisturíes	12-18 Grados

Nótese que el ángulo del bisel de un cuchillo (más aún en los biseles convexos) es muy cerrado así que el ángulo de filo es mayor que el del bisel.

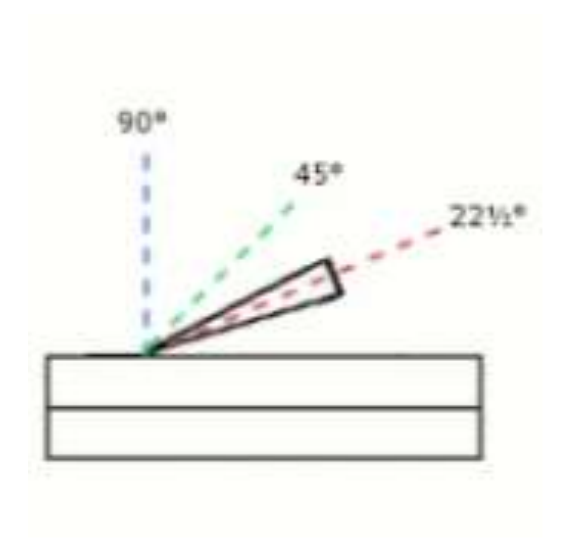


Este transportador nos muestra gráficamente el rango de los ángulos en los cuales nos movemos para el afilado. Creo que es bueno para que acostumbremos nuestra vista a ellos.



La regla de los medios.

Esta es una forma fácil y aproximada de llegar al ángulo de afilado. Ponemos el cuchillo vertical (90°) con el filo sobre la piedra de afilar, lo inclinamos a la mitad de ese ángulo y estaremos en 45°, vamos nuevamente a la mitad y estamos en 22.5° que es un ángulo medio de afilado.


90°
45°
22½°


LADIAMANTINA
ABRASIVOS NATURALES
LA DIAMANTINA
LADIAMANTINA


LADIAMANTINA

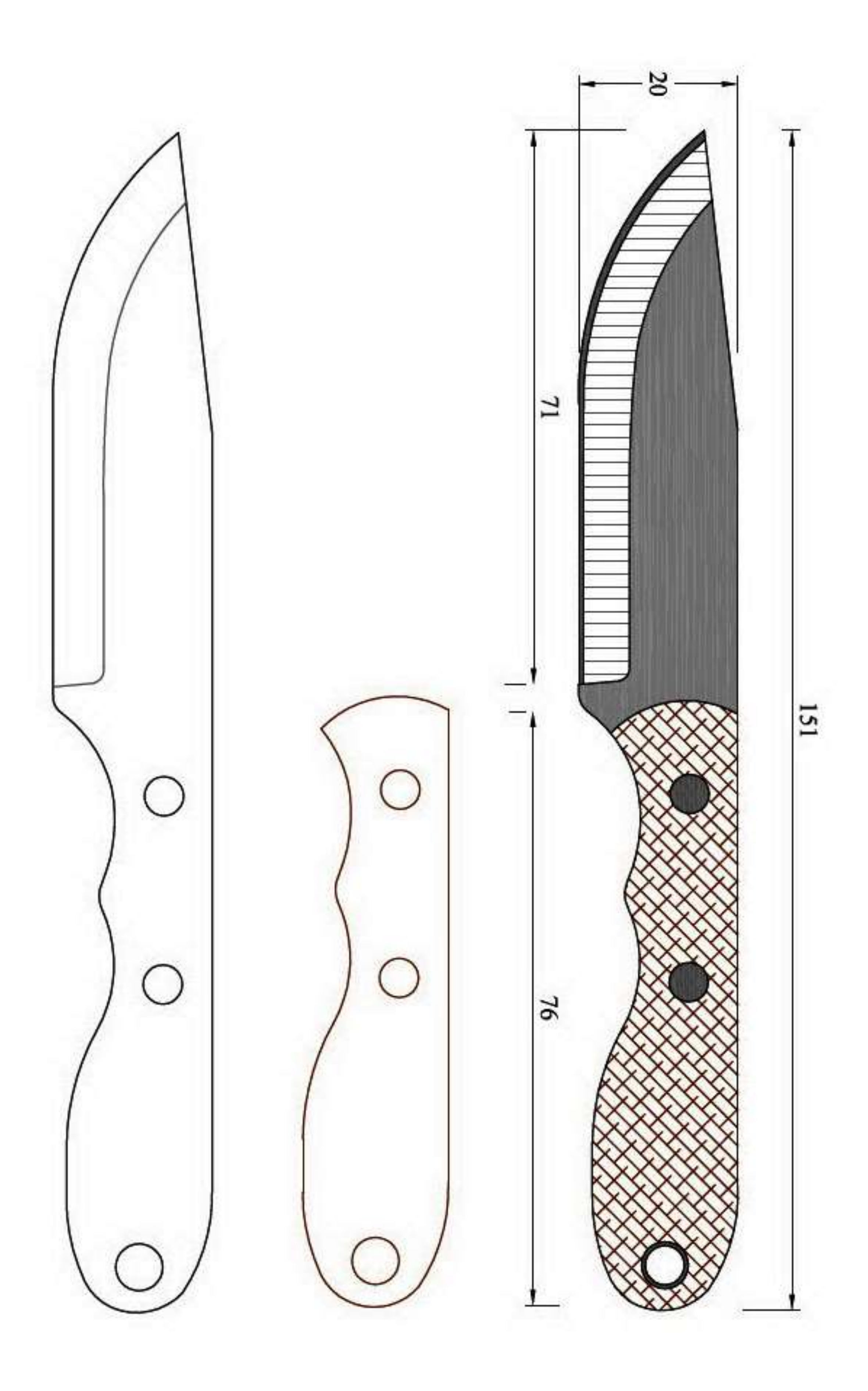

JENDE
400
JENDE
600
JENDE
800
JENDE
1000
JENDE
2000
JENDE
3000
JENDE
5000
JENDE
10000

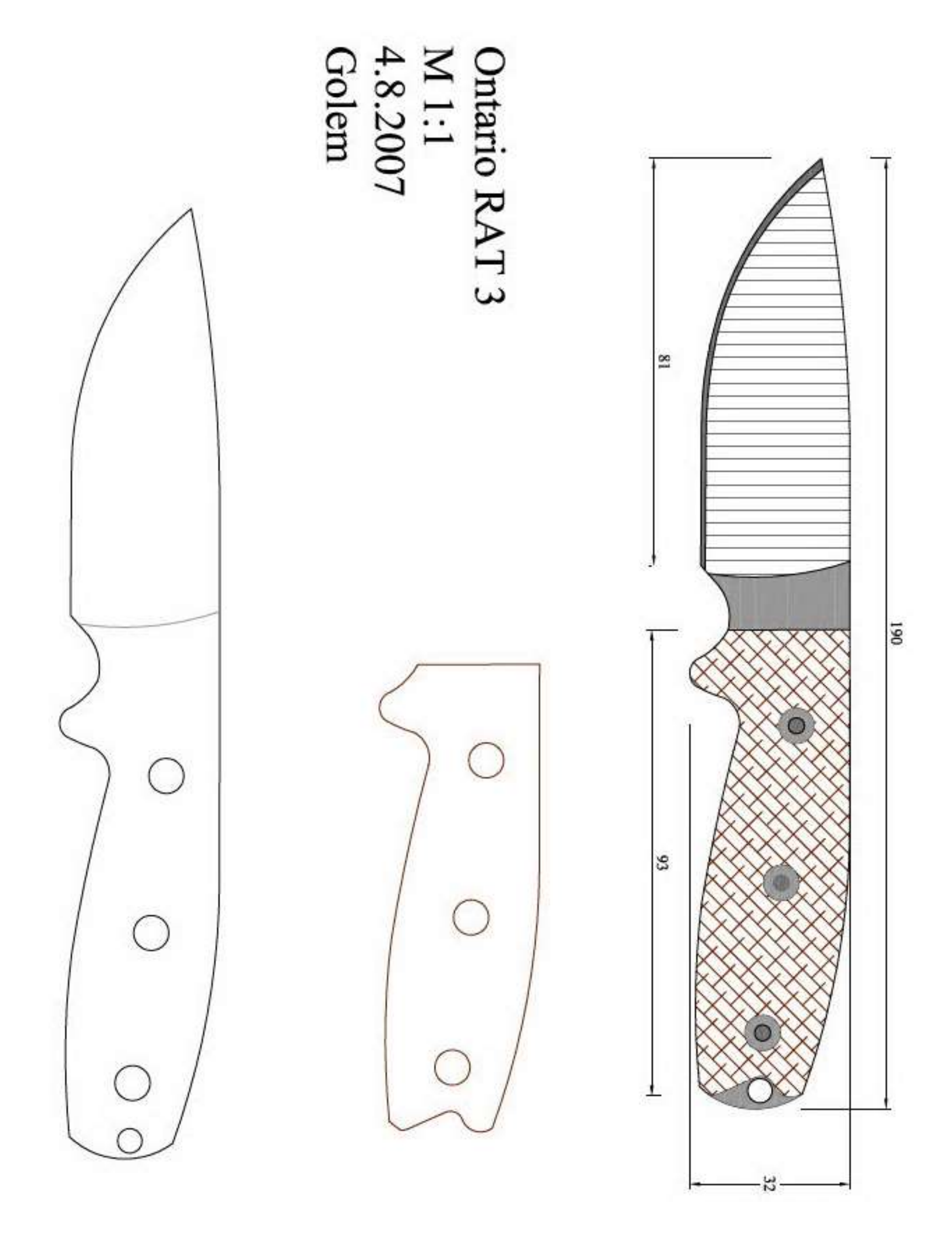
Plantillas de cuchillos:

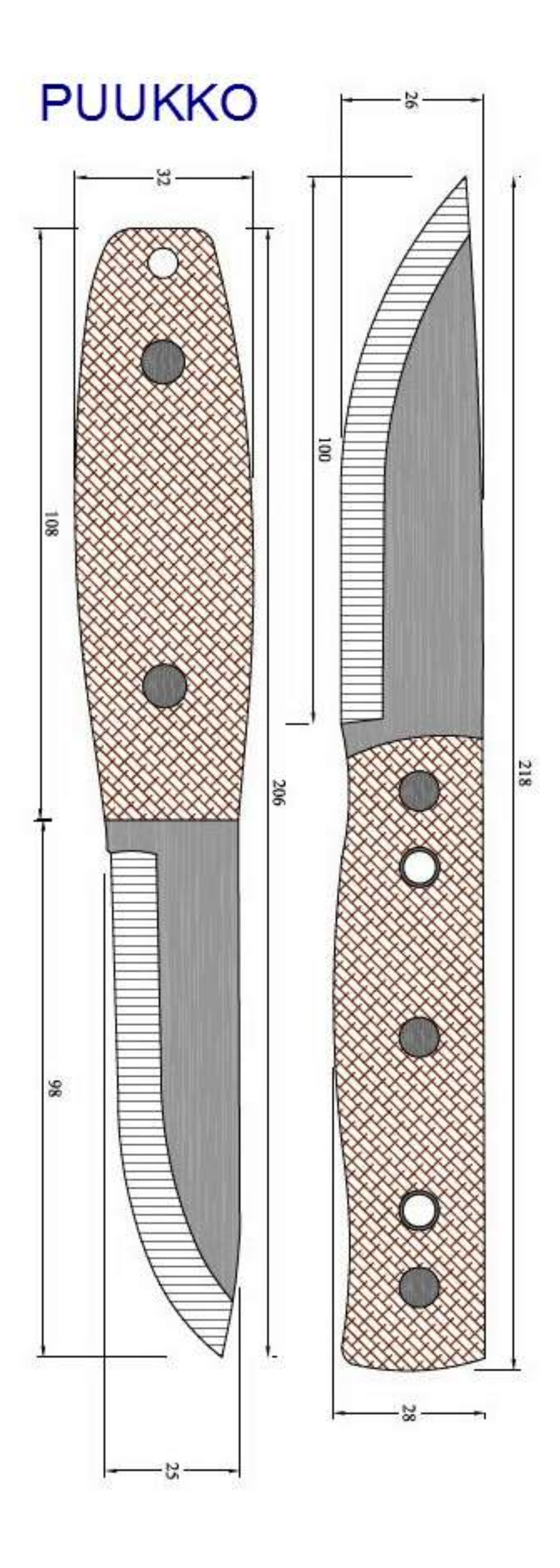
Existen miles de modelos de cuchillos aquí pongo algunos modelos con sus medidas para tener al menos un menú de posibilidades para comenzar.

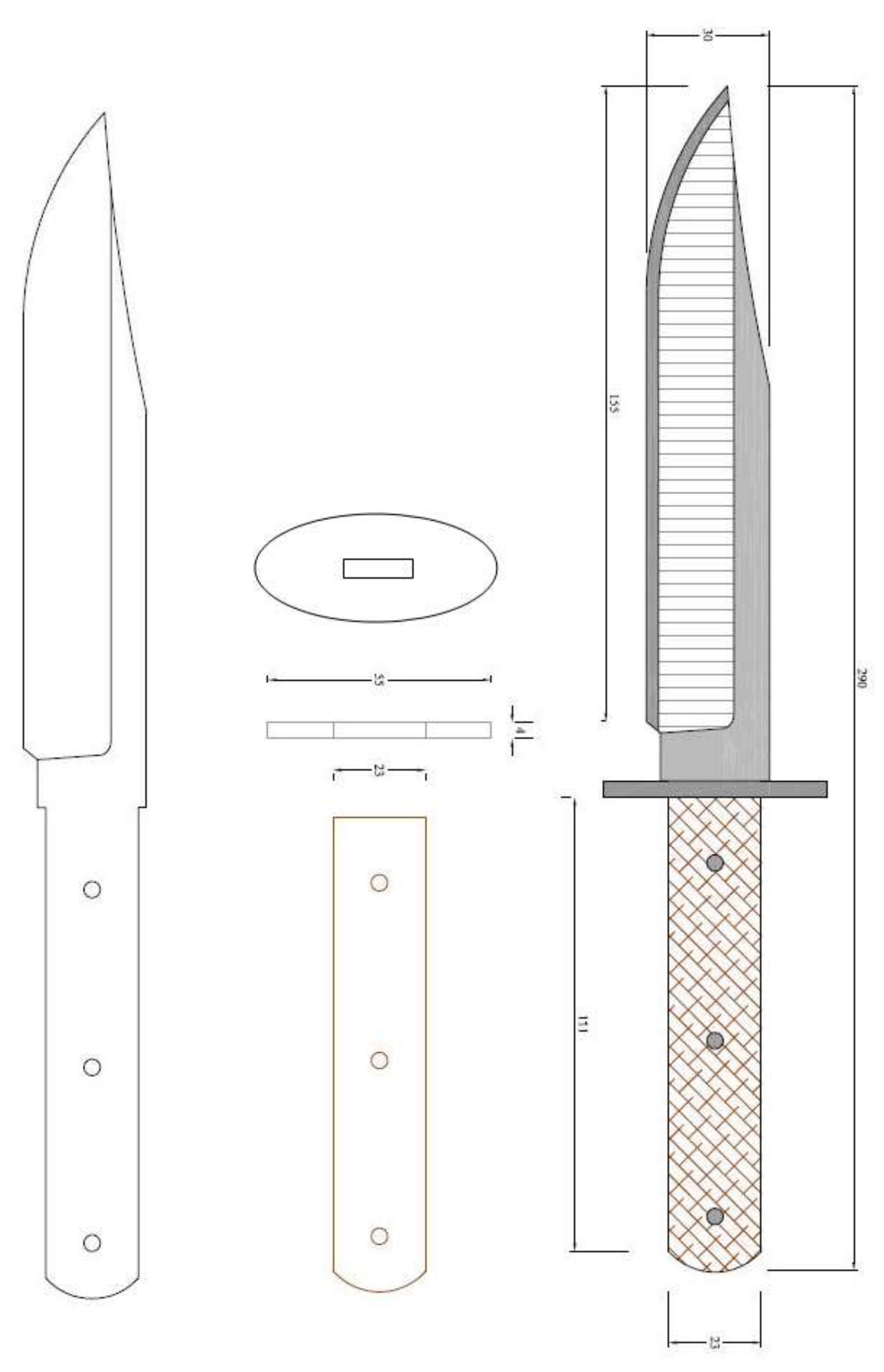
Las fotos de internet son muy interesantes, pero no indican medidas y espesores de hojas, guardas, pomos, etc.

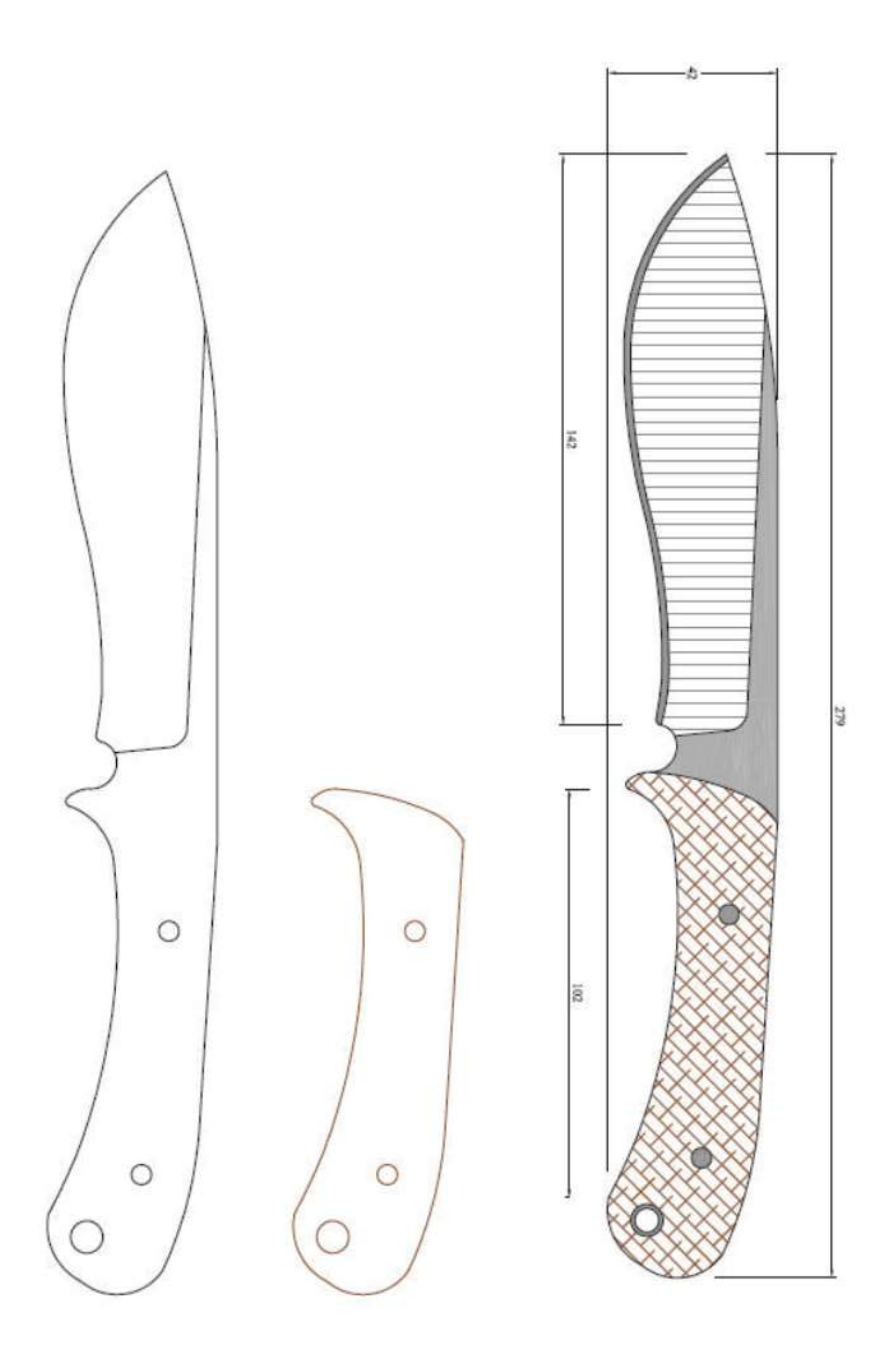
Estos modelos con sencillos y desde mi punto de vista muy lindos para comenzar.

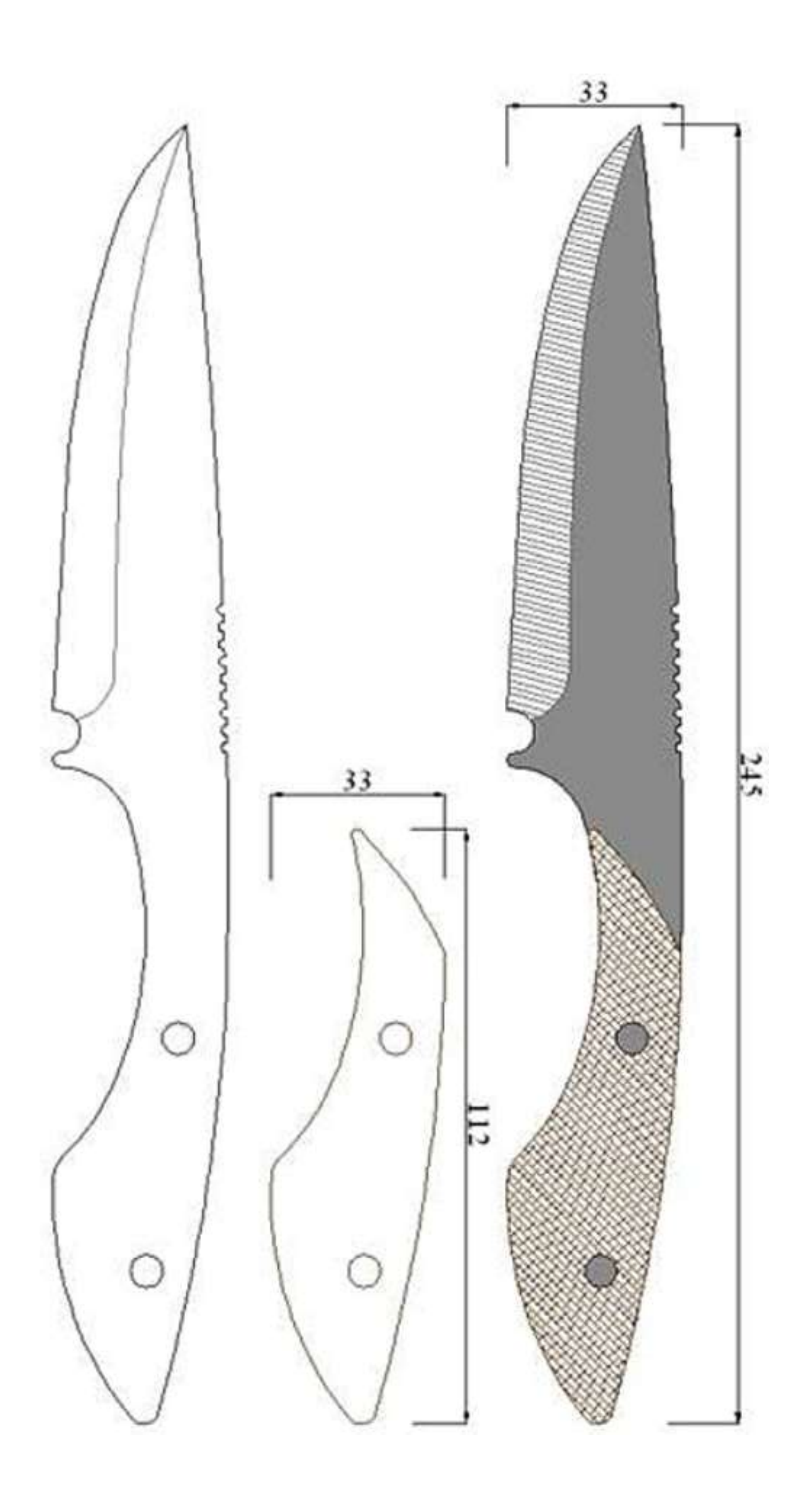

20
71
76
151

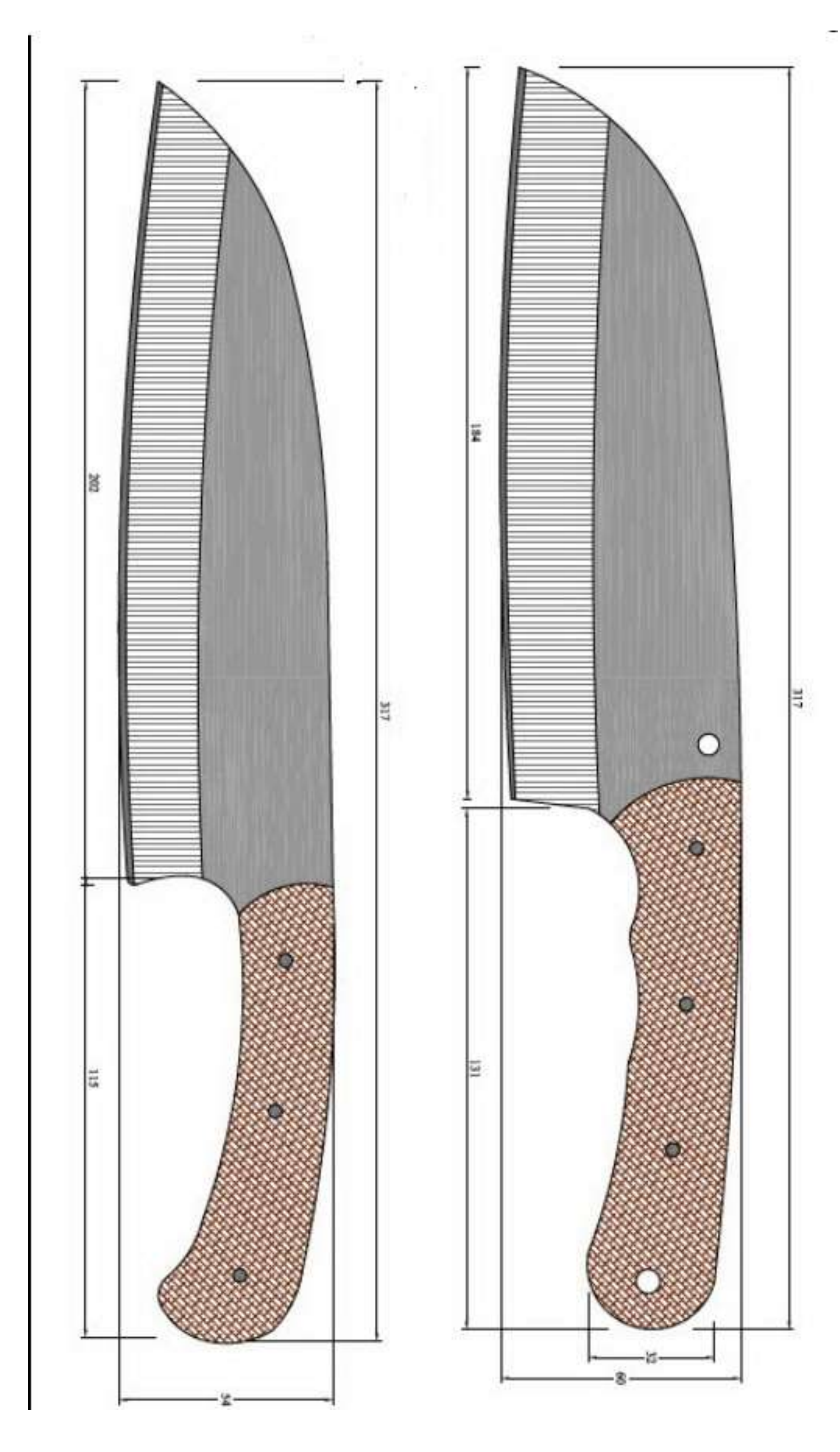

Ontario RAT 3
M 1:1
4.8.2007
Golem
81
93
190
32

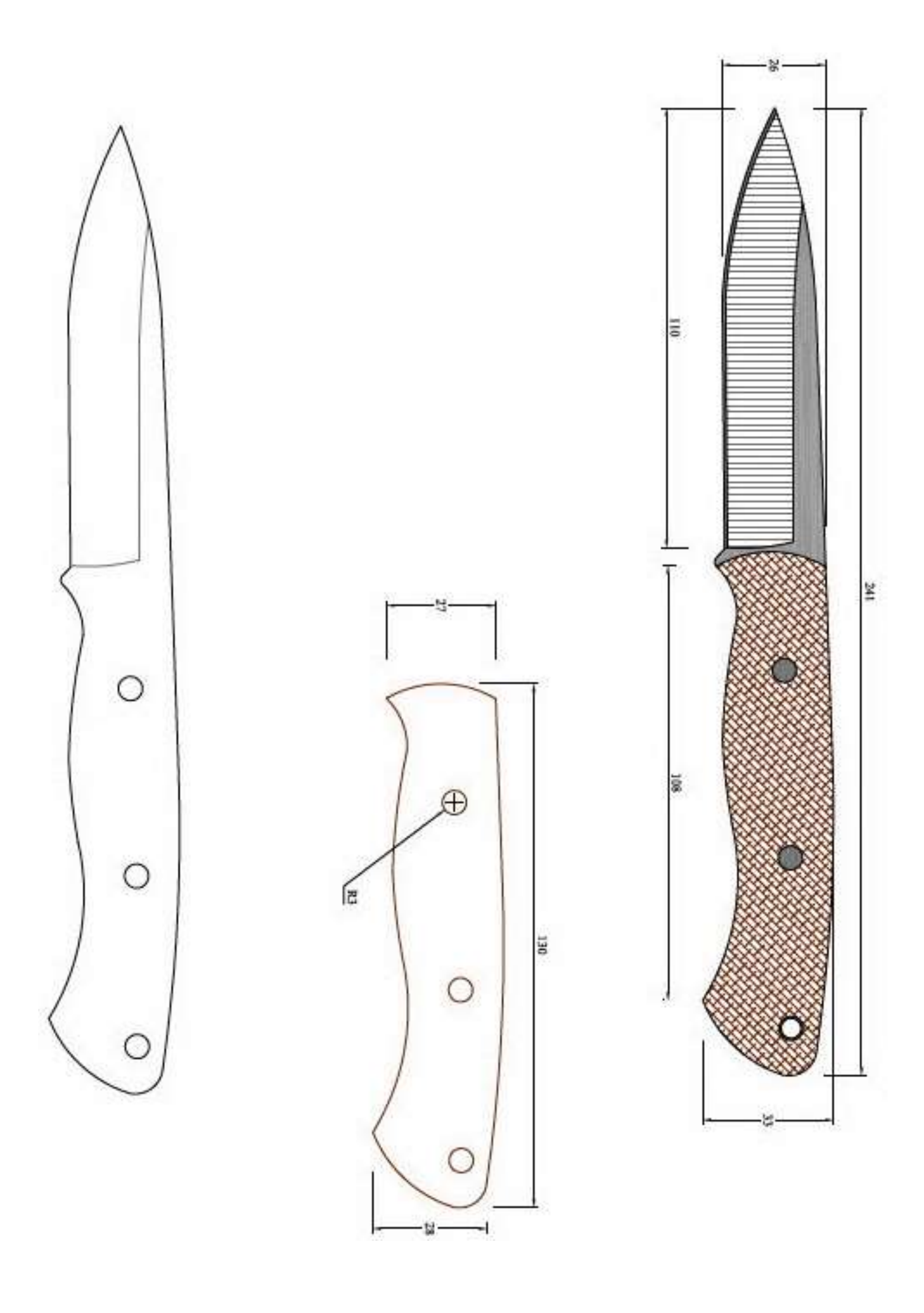

PUUKKO
32
108
206
98
25
26
100
218
28

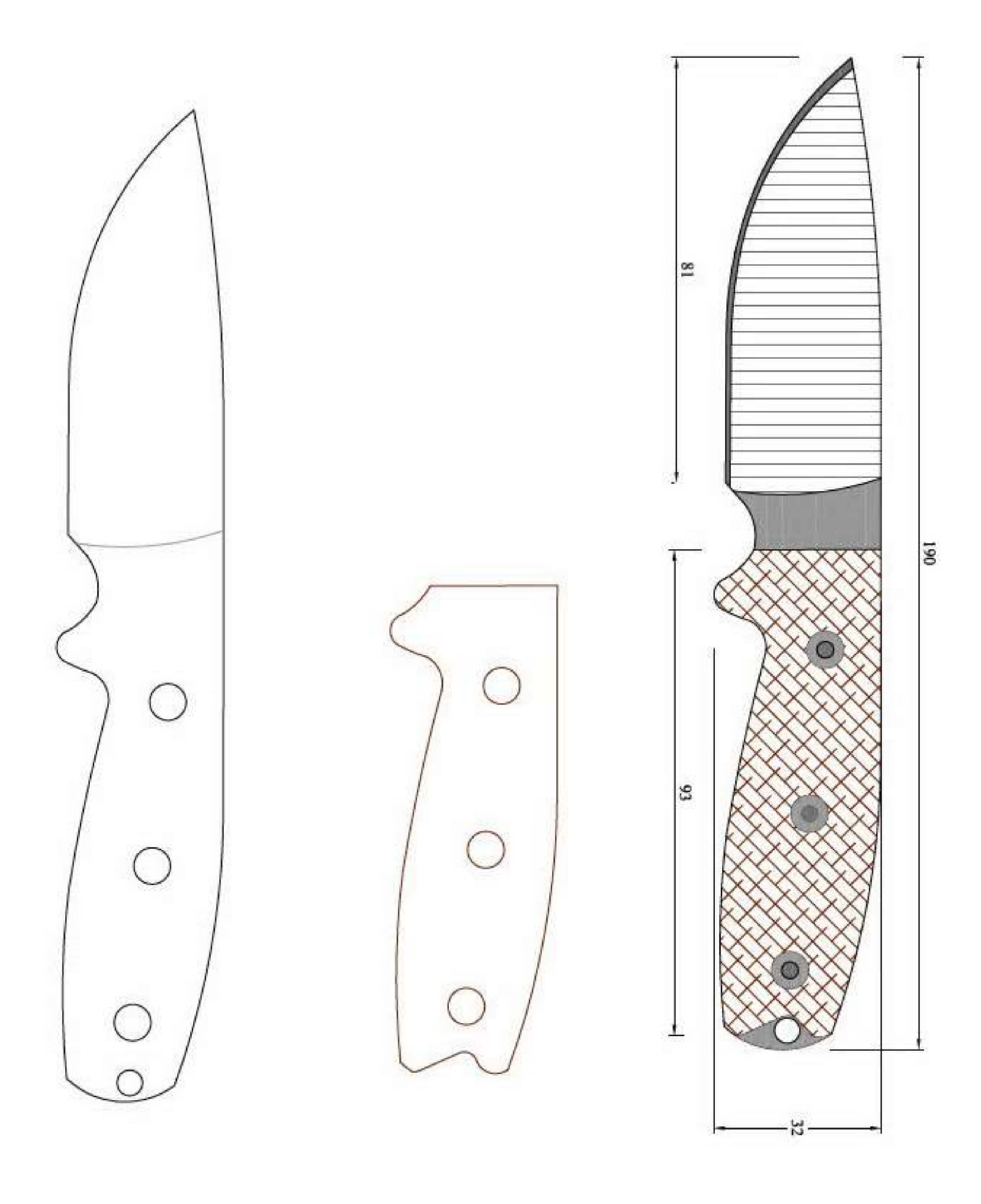

30
155
290
55
4
23
131
23

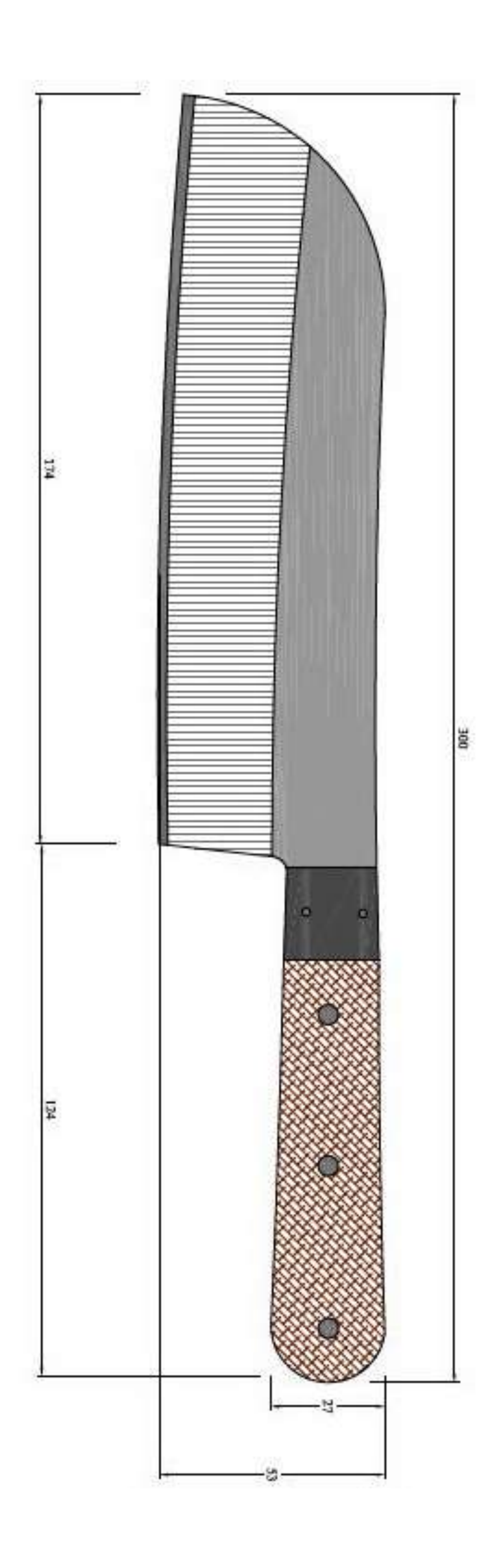

42
142
279
102

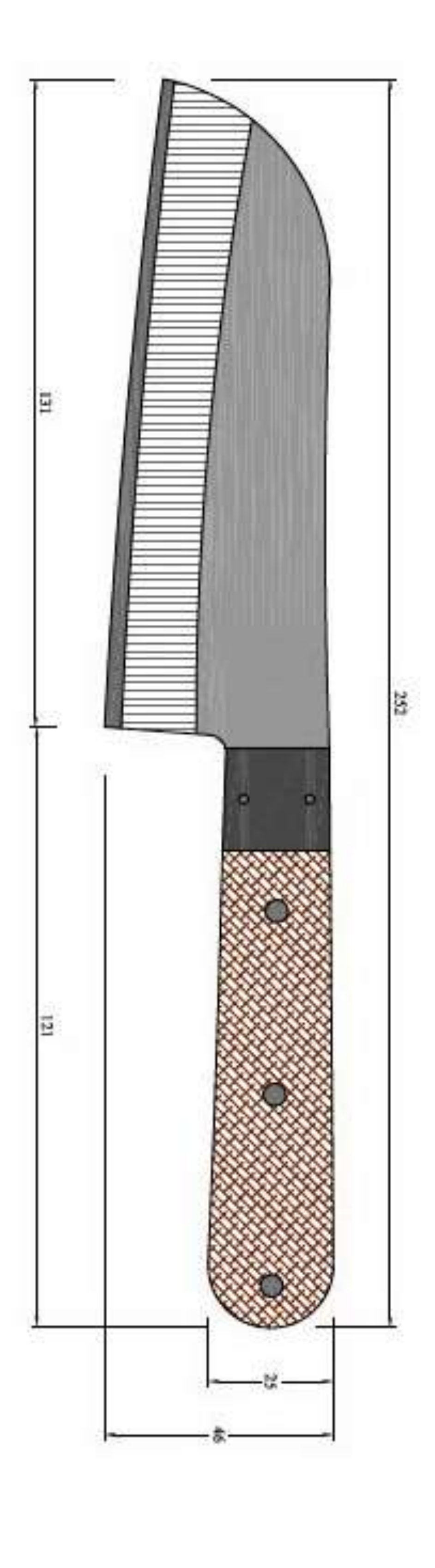

33
33
112
245

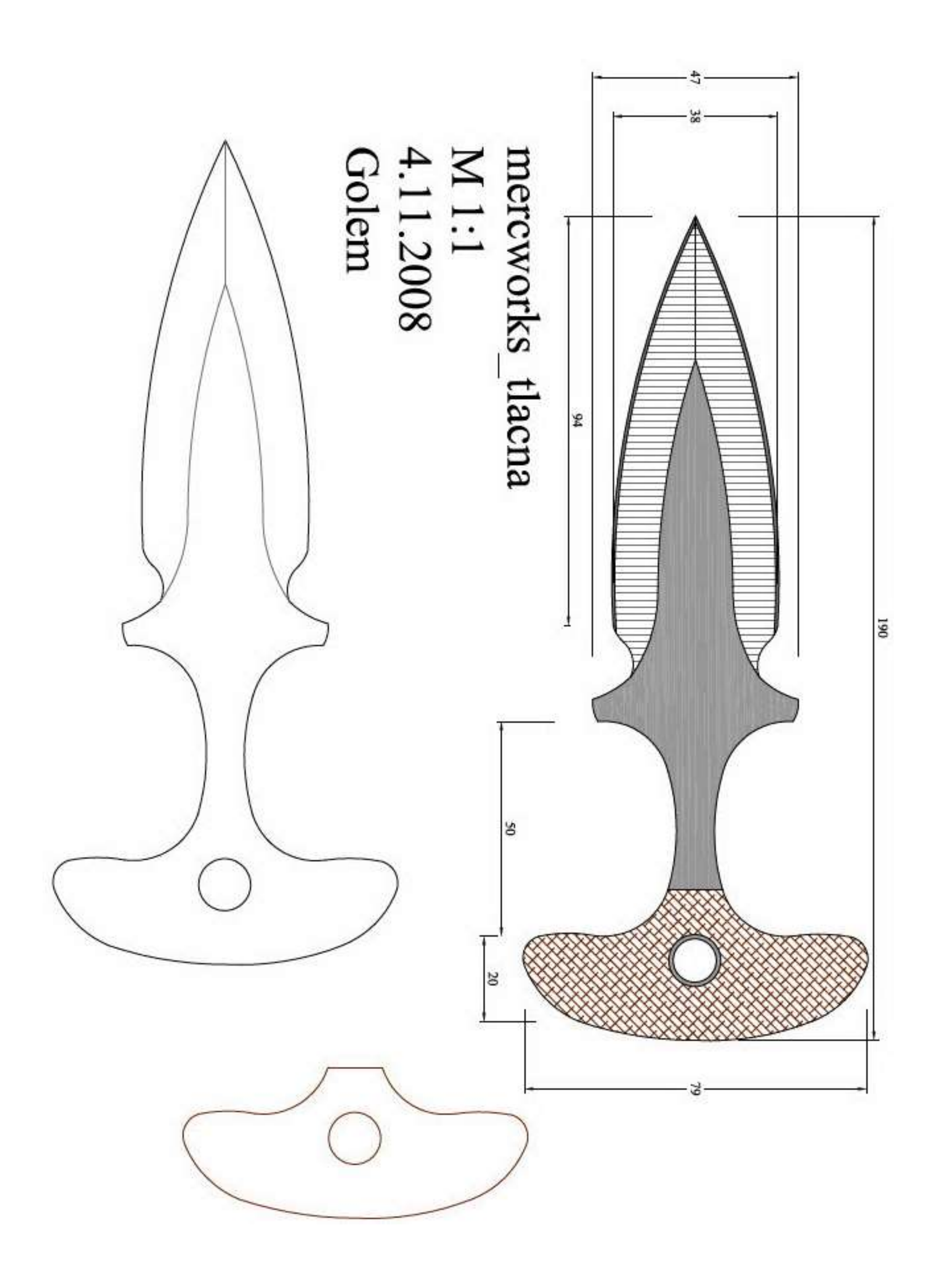



26
110
241
108
33
27
R3
130
28


81
190
93
32


174
124
300
27
53


131
121
252
25
46

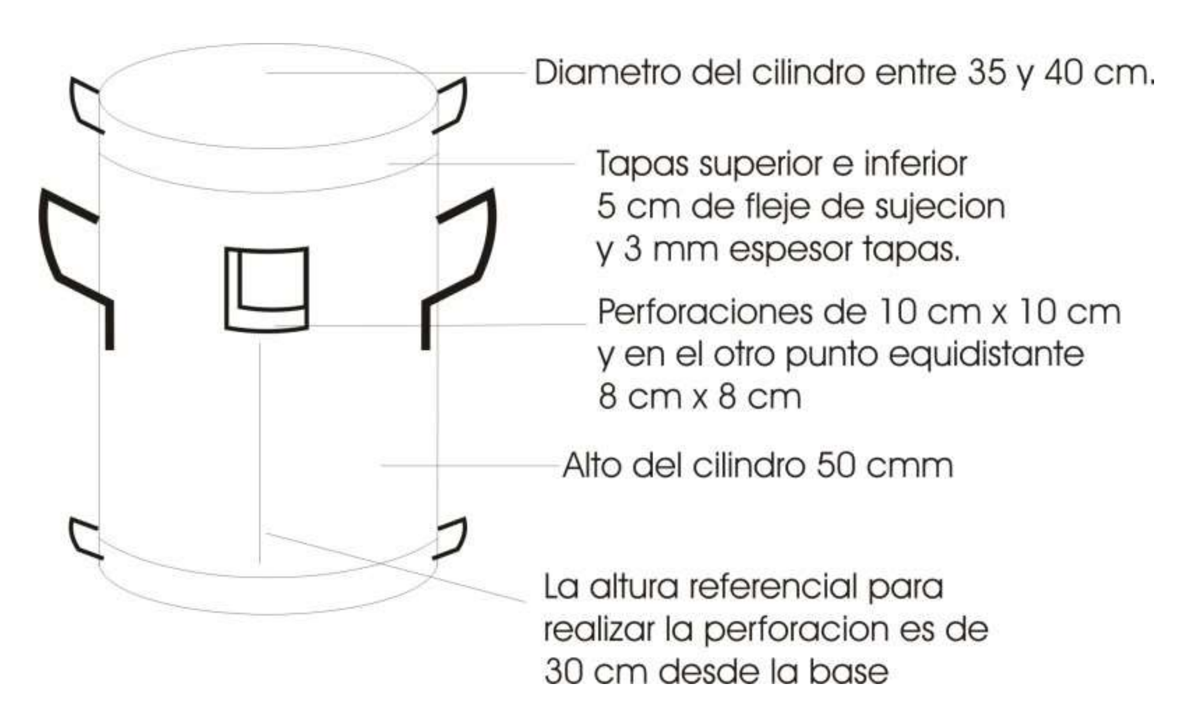

mercworks_tlacna
M 1:1
4.11.2008
Golem
47
38
94
190
50
20
79

Construcción de Fragua Vertical

Por Mauricio Daletzky gran artesano y maestro argentino, su escuela es una referencia en el país y sus cuchillos son obras de arte. Gran persona y amigo.

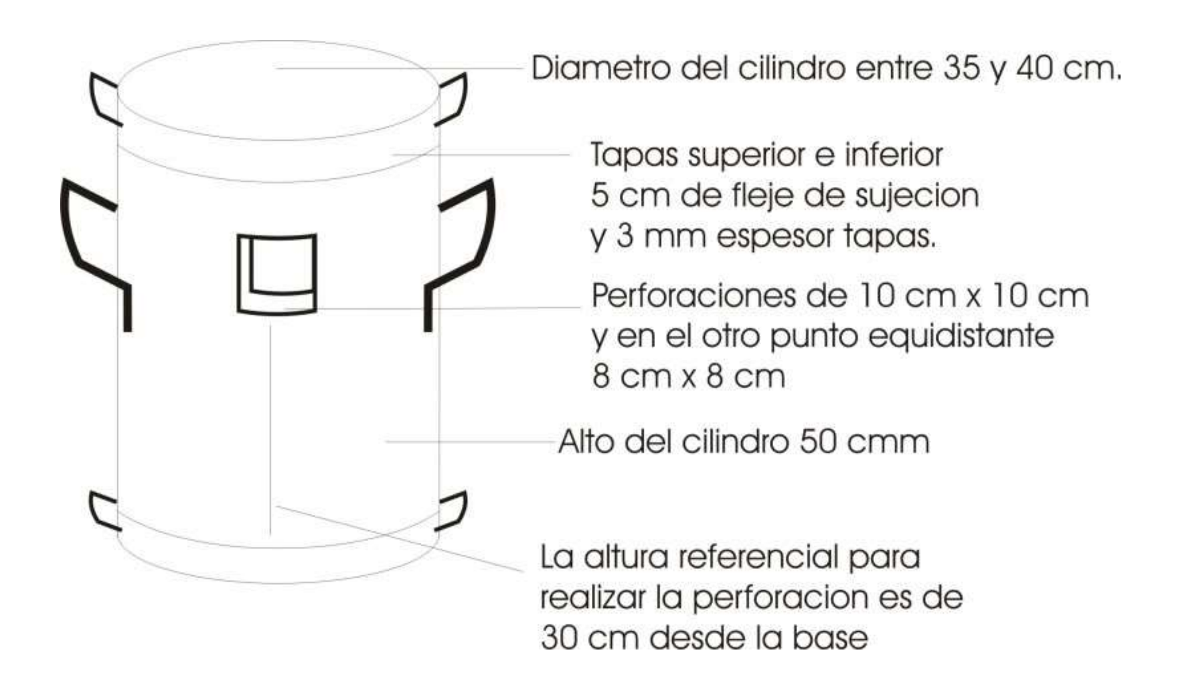
Hola gente, desde hace un tiempo con la ayuda de algunos amigos estoy disfrutando del uso de esta herramienta que me ha permitido mucha practicidad respecto a la **fragua** de coque que es la que usaba con anterioridad. Es por eso que después de un uso intensivo les comparto una información que Junto a Celina (esposa de Mauricio) hemos fabricado esta **fragua.**

Fragua vertical plano general



NO TOXICA. REVESTIDA EN MATERIAL REFRACTARIO AISLANTE
-SIN MANTA CERAMICA-
BENEFICIOS
- Permite una menor exposición de la hoja de acero a la acción de la llama directa.
-Se puede sectorizar el calentamiento de la hoja, y de este modo trabajar solo la parte calentada, evitando exceso de estrés y de trabajo innecesario en el resto de la hoja que no lo requiere.
- El Trabajo con la **fragua** a gas, es menos nocivo para la salud, desde el punto de vista de las inhalaciones de gases de anhídrido carbónico, a las que si se ve expuesto el trabajador en la **fragua** de coque.
- Favorece el manejo de la temperatura, ya que consta con un regulador de aire, que permite manejar el ingreso de oxígeno a través de un motor eléctrico, conectado directamente al quemador de gas, así que regulando caudal de gas y aire aumentara o disminuirá la temperatura. Esto hace que el mismo trabajador pueda manipular las curvas de ascenso de temperatura, el tipo de atmosfera reinante dentro del horno, y la intensidad de calor que requiere para cada momento del trabajo.

-Es más económico, que el trabajo con coque, en un relación de tres a uno.
-Se comprobó que alcanza una temperatura de hasta 1400 grados, sostenida por varias horas según la necesidad, con lo cual asegura un buen margen de trabajo para los metales.
-Con trabajo intensivo, la **fragua** durante un año no requirió de mantenimiento, con respecto al relleno refractario, lo que sí, se realizó una limpieza al año de uso, reconstruyendo pared del revoque refractario en contacto con el fuego, quien recibe las volatilizaciones y salpicaduras de bórax. Razón por la cual se recomienda una protección especial a base de productos refractarios simples como el caolín, el cuarzo o alúmina, para que estos productos no ataquen la pared refractaria produciendo la consabida destrucción por vitrificación de las paredes refractarias. Pero esta es mucho menor que el que se produce sobre la manta refractaria.



Formulas y Mezclas refractarias para altas temperaturas.

Refractariedad y aislación térmica:
Se trata de conceptos bien diferentes y muchas veces mal comprendidos.
Refractariedad; es la propiedad de toda arcilla, caolín, ladrillo, placa, etc., de resistir al calor hasta temperaturas relativamente elevadas. Un buen refractario cerámico debería resistir temperaturas de unos 1400º a 1500º, no menos. En la práctica, hay refractarios de mala calidad, que solo son de uso cerámico y resisten solo hasta 1100º alterándose sobre los 1230º. Como vemos la refractariedad se halla relacionada con la capacidad de soportar altas temperaturas, superiores a 1200º, resistiendo estas temperaturas durante largos periodos de tiempo.
La aislación térmica; por otro lado, es la propiedad de un refractario que consiste en su incapacidad de conducir calor a través de su superficie o de su masa. Ello significa que un ladrillo aislante no conducirá casi calor de una a otra de sus caras. LO que hará que acumule calor en su masa y lo irradie hacia el interior del horno, sin disiparlo al exterior del mismo. UN buen ladrillo aislante debe ser poroso.

Debe quedar bien claro que una cosa es la refractariedad y otra la aislación térmica. Un refractario puede ser muy aislante del calor, pero sin embargo resistir bajas temperaturas solamente, si ha sido fabricado con materiales poco aluminosos, sin embargo un ladrillo pesado, puede ser más refractario que uno aislante, pues ambos se hayan relacionados con causas diferentes, en uno es el porcentaje de alúmina de los componentes y en el otro el porcentaje de poros de aire, en el interior del ladrillo o relleno.

La resistencia bajo carga es otra es una propiedad que hace que un refractario se capaz de soportar carga, a elevadas temperaturas, el porcentaje de alúmina y el carburo de silicio, son materiales que otorgan esta característica a los refractarios. (Esto es que no se tuercen ni se doblan a elevadas temperaturas bajo la presión de una carga o peso.

Formulas refractarias

• En las formulas refractarias puede reemplazarse el caolín, por el 50% de una arcilla bien pura y aluminosa.
• Para lograr la porosidad de la pasta o el ladrillo se agregar a la mezcla entre un 60 o 70% de aserrín tamizado de maderas blandas-
• Para placas y soportes u otras utilidades de refractarios pesados, nunca se agrega aserrín a la mezcla.

Ladrillos Refractarios pesados (1250º) uso en placas y soportes de horno-
• Caolín Triple Lavado 50
• Camote mediano aluminoso 50
Para un trabajo a 1350º se agregara a la formula anterior 20% de Alúmina en polvo calcinada.

Fórmula para placa con carburo de silicio (placas y soportes) 1300º
• Caolín Triple lavado blanco 50%
• Carburo de silicio malla 24-30 50%
(Nunca usar materiales molidos a mallas finas para la construcción de refractarios).

Ladrillos aislantes porosos
• Se añadirá a la formula anterior un 60 o 70% de aserrín tamizado. (En volumen no en peso.)
Ladrillo aislante criollo (para trabajo en bajas temperaturas 1040º)
• Caolín Triple Lavado 50
• Chamote de ladrillos de horno 50
• Alúmina en polvo calcinada. 10
Para las fórmulas de este ladrillo solo agregamos un 10 o 15% como máximo de alúmina ya que si tiene exceso de esta el ladrillo se desmenuzara al tocarlo y carecerá de resistencia mecánica
Pasta refractaria o relleno refractario aislante.
Es una mezcla refractaria igual la que usamos para los ladrillos refractarios, anteriores, a la que agregamos el porcentaje de aserrín, y que denominamos 3, 3, 4: Tres partes o Kg. de caolín. Tres partes o kg de arcilla blanca aluminosa y cuatro partes de Chamote aluminoso de grano mediano.
Con esta mezcla rellenamos un encofrado que permita hace paredes o techos de hornos, con

óptimos resultados. Una Vez seca se hornea a fin de que se queme el aserrín junto con la pasta (mínimo 1200º)
Para horno de servicio súper, o sea para trabajo más de 1300º se añadirá a la mezcla un 20% de alúmina calcinada algo gruesa de malla 40 o 50.

Formulas relleno poroso aislante:
Hasta 1250º
Arcilla blanca Pura: 30
Caolín triple lavado 30
Camote mediano aluminoso 40
Hasta 1300º
Caolín triple lavado 50
Camote mediano aluminoso 50
Serv. Súper hasta 1350º
Caolín triple lavado 50
Camote mediano aluminoso 50
Alúmina Malla 40 20
Todas estas fórmulas llevan el porcentaje de aserrín. (60 o 70%) en volumen.

Refractarios aislantes con cemento. (1050º)

Esta mezcla es especial para fabricar ladrillos para hornos a leña, se puede usar para ladrillos o para hacer horno por encofrado .Empastar con un 20% de agua, dejar fraguar y secar. Luego hornear a 1100º no más de esa temperatura.
Esta fórmula es en volumen, no en peso.
Cemento Portland 1 parte
Arcilla Blanca 1 parte
Camote mediano 2 partes
Aserrín tamizado 2 partes

Refractario sin Camote:
Si no se consiguiera Camote de buena calidad, se utilizara una mezcla solamente de caolín aluminoso, más un 60% de aserrín tamizado. Resulta un refractario útil pero no soportaría grandes pesos o cargas. Ya que al no tener Camote, pierde resistencia mecánica.
Caolín 100
Aserrín 60% (en volumen).

Cementos refractarios:
Son materiales que sirven tanto para la construcción del horno en si (pegamento entre los ladrillos) como para efectuar reparaciones posteriores. Deben tener las mismas características de los ladrillos refractarios: refractariedad y aislación térmica adecuadas al uso. Diluido en agua, hecho como una crema, estacionado unos días, es el mejor cemento para unión de

ladrillos. Humedeciendo previamente ambas caras del mismo.
Para relleno de juntas, reparaciones de hornos (partes que se debe reemplazar), lo ideal es usar la misma fórmula de pasta que se usó para fabricar las paredes. Ya sean de relleno o de ladrillos.
En las fábricas de refractarios preparan cementos agregándoles silicato de sodio, los que oscilan entre el 5 y 10% con respecto peso del material seco. El silicato es un esmalte líquido, que se funde los 800º, cuando mayor sea la temperatura de uso del horno, este esmalte seguirá fundiéndose, y licuándose, dañando los ladrillos del horno.
Para temperaturas elevadas, de 1200º y más, hay cementos compuestos por aluminato de calcio (comerciales).
Nosotros recomendamos estas fórmulas para elevadas temperaturas.
Cementos aluminosos: 1300º
Alúmina calcinada a 900º 50 70
Caolín Triple lavado 50 30

Anexo 1: Datos más detallados sobre aceros – Fuente Internet

ACERO RAPIDO 10 % COBALTO

Análisis Químico

C	Co	Cr	Mo	V	W
0,75	9,50	4,20	0,90	1,60	18,00

Usos y Aplicaciones

Acero rápido con alto porcentaje de cobalto, máximo poder de corte y alta tenacidad. Para herramientas y piezas destinadas a trabajos de taller sumamente pesados. Herramientas de tornear, cepillar, mortajar, expuestas a máximos esfuerzos.

Tratamientos Térmicos

Forja: 1150-900°C

Recocido: 820-850°C enfriamiento lento en horno

Templado: 1260-1300° C aceite o baño caliente

Revenido: 560-580°C revenir dos veces

Dureza Rc.: 64

ACERO RAPIDO 5 % COBALTO

Análisis Químico

C	Co	Cr	Mo	V	W
0,80	4,80	4,20	0,90	1,60	18,00

Usos y Aplicaciones

Acero rápido al cobalto, de alto poder de corte y buena tenacidad. Para herramientas y piezas para trabajos de taller pesados, especialmente en acero y fundición gris.

Tratamientos Térmicos

Forja: 1150-900°C

Recocido: 820-850°C lento en el horno

Templado: 1260-1300°C en aceite o baño caliente

Revenido: 560-580°C revenir dos veces.

Dureza Rc.: 64

ACERO ESPECIAL TIPO K (BORA)

Análisis Químico

C	Cr
2,00	12,00

Acero ledeburítico con 12 % de cromo para herramientas de corte y estampado de muy alto rendimiento. Indeformable.

Aplicación

- Herramientas de corte y estampado: Principalmente matrices cortantes de gran rendimiento, en especial para cortes complicados y consecutivos, sobre todo para la industria eléctrica y la de herrajes, de hojalatería y cartonería, también para la industria relojera, cortes de dientes para sierras, rasquetas, herramientas de estampar sometidas a altas exigencias, cuchillas de gran eficacia de corte para cortar chapas de hasta 4 mm de espesor, herramientas de rebarbar y cuchillas para la fabricación de puntas de París, etc.
- Herramientas de virutamiento: Brochas, cuchillas para la fabricación de viruta de acero, herramientas altamente exigidas para la industria maderera, etc.
- Herramientas sin virutamiento: Rodillos y peines para roscar, rodillos para pestañear y acanalar, estampas y matrices para fabricar tuercas en frío, herramientas de embutición y para prensar pomos, etc., de aleaciones livianas y acero, cuños para fabricar moldes para la industria del material plástico, herramientas para moletar, trefilas e hileras para metales, espigas para estirar caños, espigas para trabajar en frío caños de acero, martillos reductores para la fabricación de agujas.
- Herramientas de medición.
- Herramientas y sus componentes expuestos al desgaste: Herramientas de prensar para elaborar materiales cerámicos muy abrasivos, placas de moldes para la fabricación de ladrillos (también refractarios), herramientas de prensar para la industria farmacéutica, bujes guía para máquinas automáticas, suplemento5 de guías para rectificadoras sin puntas, poleas múltiples y anillos para máquinas trefiladoras de alambre, boquillas para arenadoras, herramientas para la industria sintetizadora.
- Herramientas para trabajar en caliente: Núcleos para mazos de martinete altamente exigidos para la fabricación de guadañas y hoces, también para martinetes de alta velocidad para fraguar aceros duros o de alta aleación, además para pequeños cilindros laminadores de alta exigencia térmica, extremos de cilindros calibrados para laminar anillos etc.

Instrucciones para el Tratamiento

Fraguar 1050--850°C Recocer blando: 800-850°C Enfriamiento lento en el horno hasta 600°C Resistencia en estado recocido: 70-85 kg/mm: (204-249 HB).

Templar: 920-980°C.

Tiempo de mantenimiento por el alto contenido de carburos m.o.m. 20 minutos para una sección de 20 mm, cada 10 mm más, se prolonga el proceso de 10 a 15 minutos.

Medios de temple: Aceite, baño caliente de 400-450°C, aire comprimido o aire quieto

Dureza obtenible: 58-65 RC.

Revenido: Según necesidad 100-350°C.

ACERO TIPO EXTRA TENAZ DURO SAE 1090

Análisis Químico

c	Si	Mn	v
1,00	0,20	0,20	0,10

Usos y Aplicaciones

Acero al carbono, de máxima dureza en la superficie y gran tenacidad en el núcleo. Para troqueles, matrices, punzones, cuchillas (para cortes normales), herramientas de acuñar, embutir, remachar y grabar, herramientas para la industria de fabricación de clavos, tornillos, tuercas, etc., brocas, cortantes de forma simple.

Tratamientos Térmicos

Forjado: 1000-800°C

Recocido: 680-710°C lento en el horno

Templado: 780-820°C en agua

Revenido: 100-300°C

Dureza Rc.: máx. 65

ACERO TIPO AMUTIT (VERESTA)

Análisis Químico

c	Mn	Cr	w
1,05	0,90	1,10	1,50

Acero de escasa modificación de medidas, de mediana aleación y de temple al aceite, con excelente resistencia de corte, alta resistencia al desgaste, y buena tenacidad. Se mecaniza bien. Indeformable.

Aplicación

- Herramientas de virutamiento: machos para máquinas, machos de terrajar virotillos, herramientas para roscas finas, peines para roscas. Además, para fresas, calisuares, cuchillas especiales para corte fino y herramientas para la industria maderera.
- Herramientas de corte y estampado: Para placas de corte y punzones, cuchillas de alto rendimiento para cortar papel y otros materiales delgados similares, estampas de arrollar y planas.
- Herramientas de medición: calas, calibres, discos calibres, calibres para roscas, espigas calibradas, reglas, escuadras, etc.
- Aplicaciones especiales: moldes pequeños para prensar materiales sintéticos, accesorios y toberas para bombas de inyección.

Instrucciones para el Tratamiento

Fraguar: 1050-850°C

Recocer blando: 760-780°C

Enfriamiento lento en el horno hasta 600°C

Resistencia en estado recocido: 70-80 kp/mm2 {204-234 HB)

Templar: 780-820°C

Medio de temple: Aceite

Dureza obtenible: 58-63 RC

Revenido: 100 – 300°C

ACERO INOXIDABLE AISI 410 MARTENSITICO

Análisis Químico

c	Cr	Mn	s
0,10	13,00	1,00	1,00

Usos y Aplicaciones

Resiste la oxidación debida al agua dulce, agentes naturales de la intemperie y ácidos diluidos. Empleado para álabes de turbinas, ejes de bombas, pistones de motores marinos, válvulas y piezas para petróleo.

Tratamientos Térmicos

Forjado: 1150-750°C

Recocido: 850°C. R = 55 Kg/mm2

Templado: 975-1000°C enfriar en aceite

Revenido: 600°C. R = 85 Kg/mm2 750°C. R = .65 Kg/mm2

ACERO INOXIDABLE AISI 420 MARTENSITICO

Análisis Químico

C	Cr	Mn	Si
0,28	13,00	1,00 máx.	1,00 máx.

Usos y aplicaciones

Resiste la oxidación debida al agua dulce, agentes naturales de la intemperie y ácidos diluidos. Empleado para moldes para vidrios y plásticos, instrumentos de medición, válvulas, pistones, piezas para hornos con temperatura hasta 700°C. No apto para soldar.

Tratamientos Térmicos

Forjado: 1100-850°C

Recocido: 850°C. R = 65 Kg/mm2

Templado: 975-1000°C al aceite

Revenido: 600°C. R = 100 Kg/mm2 750°C. R = 70 Kg/mm2

ACERO SAE 52100

Análisis Químico

c	Si	Mn	Cr
1,00	0,25	0,30	1,50

Usos y Aplicaciones

Acero al cromo, especial para cojinetes. Bolillas, rodillos y anillos para rodamientos. Cilindros para laminar y formar en frío. Mandriles para trafilación, boquillas para tornos automáticos, escariadores de poca producción y en general piezas que deban tener una alta dureza superficial con un núcleo tenaz.

Tratamientos Térmicos

Forjado: 1050-850°C

Recocido: 710-750°C lento en el horno Templado. 830-860°C en aceite
Revenido: 100-300°C Dureza Rc.: máx. 64

SAE 1010

Análisis Químico

C	MN	S	P
0,08 0,13	0,30 0,60	0,050	0,040

Usos y Aplicaciones

Acero de bajo límite de rotura cuya propiedad más importante es su ductilidad Con el estirado en frío se mejora la resistencia y la maquinabilidad (con pérdida de ductilidad). Se utiliza en general para trabajos de estampado y embutido, en la fabricación de bulones, pernos, remaches, etc. Es un acero para cementación.

Tratamientos Térmicos

Forja:	1.250-850°C
Normalizado:	900-920°C
Recocido:	
de ablandamiento	650-660°C
de regeneración	860-890°C
Cementación:	
en polvo	870-900°C
Temple:	
núcleo	900-920°C
capa cementada	780-800°C
Recocido intermedio:	650-670°C
Revenido:	150-250°C
Puntos críticos:	
AC_1	732°C
AC_2	873°C

Propiedades Físicas

	Resistencia a la Tracción	Dureza
	Kg/mm2	Brinell
Laminado en caliente	45-60	126-166
Estirado en frío	60-75	170-210
Recocido y estabilizado	45-60	126-170
Laminado y recocido	40-50	110-140
Estado cementado y templado:	Resistencia a la Tracción	Dureza
	Kg/mm2	Rockwell
Núcleo	65-80	
Capa		60 máx.

SAE 1045

c	Mn	s	p	Si
0,43 0,50	0,60 0,90	0,05	0,04	0,25

Usos y Aplicaciones

Es un acero de refinación al carbono ampliamente utilizado en la industria automotriz y productos de forja. El mayor porcentaje de carbono y manganeso determinan una mayor profundidad de temple. Debidamente tratado proporciona las propiedades mecánicas requeridas; puede también templarse superficialmente a la llama o por inducción. Se usa en partes de máquinas que requieren dureza y tenacidad: manivelas, chavetas, pernos, bulones, engranajes, acoplamientos, árboles, bielas, cigüeñales, ejes, espárragos, palieres, etc.

Tratamientos Térmicos

Forja:	1.250-850°C
Normalizado:	850-875'C
Recocido:	
de ablandamiento	650-700°C
de regeneración	810-860°C
Temple:	
aceite	820-860°C
Revenido:	315-649°C
Puntos críticos:	
AC_1	726°C
AC_2	787°C

Propiedades Físicas

	Resistencia a la Tracción	Dureza
	Kg/mm2	Brinell
Laminado en caliente	68-78	189-219
Estirado en frío	80-95	223-262
Recocido y estabilizado	60-75	170-210
Pat. + est.	85-105	240-293
Laminado y recocido	58-70	193-200
Estado refinado:	Resistencia a la Tracción	Dureza
	Kg/mm2	Rockwell Brinell
Templado:		55 máx.
Templado y revenido	90-100	255-286

SAE 1112

Análisis Químico

c	Mn	s	p
0,13 máx.	0,70 1,0	0,16 0,23	0,07 0,12

Usos y Aplicaciones

Acero de fácil mecanización. Su mayor contenido de azufre respecto a la serie de aceros SAE al carbono, trae aparejada una ligera disminución de las propiedades de embutición en frío, soldabilidad y características de forja. Su resistencia es similar a la del acero común de igual tenor de carbono, pero su alargamiento y resistencia al choque son algo inferiores.

Puede ser cementado o carbonitrurado.

Tratamientos Térmicos

Forja:	1.250-850°C
Normalizado:	9OO-920°C
Recocido:	
de ablandamiento	650-680°C
Cementación:	
en polvo	870-900°C
Carbonitruración	730-850°C
Temple:	
núcleo	900-920°C
capa cementada	730-850°C
Revenido:	150-250°C

Propiedades Físicas

	Resistencia a la Tracción	Dureza
	Kg/mm2	Brinell
Laminado en caliente	40-55	125-160
Estirado en frío	55-70	170-210
Laminado y recocido	38-45	
Maquinabilidad	100	
Estado cementado y templado:	Resistencia a la Tracción	Dureza
	Kg/mm2	Rockwell
Núcleo	65-75	
Capa		60 máx.

SAE 3335

Análisis Químico

C	Mn	Si	s	p	Cr	Ni
0,30 0,40	0,30 0,60	0,15 0,30	0,050 máx.	0,040 máx.	1,25 1,75	3,25 3,75

Usos y Aplicaciones

Aceros de refinación al Cr Ni, de máxima tenacidad, capaz de resistir grandes esfuerzos de torsión y flexión. Se utiliza para piezas de maquinarias, tractores y automóviles, ejes que requieren extrema tenacidad, pernos de acople, ejes para piñones, cigüeñales.

Tratamientos Térmicos

Forja:	1.100-850°C
Normalizado:	850-880°C
Recocido:	
de ablandamiento	620-650°C
de regeneración	810-850°C
Temple:	
aceite	820-840°C
Revenido:	426-648°C
Puntos críticos:	
AC_1	740°C
AC_3	750°C

Propiedades Físicas

	Resistencia a la Tracción	Dureza
	Kg/mm2	Brinell

Laminado en caliente	80-100	235-300
Estirado en frío	95-125	280-365
Laminado y recocido	80 máx	235 máx.
Estado refinado:	Resistencia a la Tracción	Dureza
	Kg/mm2	Rockwell Brinell
Templado:		60 máx.
Templado y revenido	90-125	269-363

SAE 3135

Análisis Químico

C	Mn	Si	s	p	Cr	Ni
0,38 0,43	0,70 0,90	0,20 0,35	0,04 máx.	0,04 máx.	0,70 0,90	1,10 1,40

Usos y Aplicaciones

Acero de mediana templabilidad, presenta gran tenacidad y buena resistencia a la tracción y flexión. Apto en general para piezas de exigencias medianas y alta tenacidad: puntas de eje, bielas, cubos de rueda, pernos, ejes delanteros y eslabones de cadena.

Tratamientos Térmicos

Forja:	1.100-850°
Normalizado:	850-900°C
Recocido:	
de ablandamiento	640-680°C
de regeneración	800-850°C
Temple:	
aceite	830-870°C
agua	820-850°C
Revenido:	426-648°C
Puntos críticos:	
AC_1	735°C
AC_3	748°C

Propiedades Físicas

	Resistencia a la Tracción	Dureza
	Kg/mm2	Brinell
Laminado en caliente	70-90	200-260
Estirado en frío	88-115	250-320
Laminado y recocido	75 máx.	200 máx.
Estado refinado:	Resistencia a la Tracción	Dureza

	Kg/mm2	Rockwell Brinell
Templado:		59 máx.
Templado y revenido	78-130	240-380

SAE 4340

Análisis Químico

C	Mn	Si	s	P	Cr	Ni	Mo
0,38 0,43	0,65 0,85	0,20 0,35	0,025 máx.	0,025 máx.	0,70 0,90	1,65 2,0	0,20 0,30

Usos y Aplicaciones

Acero de alta templabilidad capaz de tomar gran dureza y apto para piezas de grandes secciones. Presenta así mismo alta ductilidad y resistencia al choque. Es un acero de temple al aire por lo cual para mecanizarlo es preciso someterlo previamente a un ciclo de recocido. Para grandes secciones se emplea templado en aceite. No presenta fragilidad de revenido.

Se utiliza generalmente en piezas de aviones y automóviles sometidas a las más grandes exigencias ya los más altos esfuerzos estáticos y dinámicos. Se emplea también como acero para herramientas para trabajar en caliente: estampas de gran rendimiento, punzones, pinzas y cuchillas de tijera para cortar en caliente, núcleos para estampas, etc.

Tratamientos Térmicos

Forja:	1.150-900°C
Normalizado:	850-930°C
Recocido:	
de ablandamiento	650-700°C
de regeneración	800-850°C
Temple:	
aceite	830-850°C
agua	820-850°C
Revenido:	426-648°C
Puntos críticos:	
AC_1	732°C
AC_3	773°C

Propiedades Físicas

	Resistencia a la Tracción	Dureza
	Kg/mm2	Brinell
Laminado en caliente	110-130	320-380

Estirado en frío	80-95	240-278
Laminado y recocido		230 máx.
Estado refinado:	Resistencia a la Tracción	Dureza
	Kg/mm2	Rockwell Brinell
Templado:		58 máx.
Templado y revenido	110-150	280-425

SAE 4140

Análisis Químico

C	Mn	Si	s	p	Cr	Mo
0,38 0,43	0,75 1,0	0,20 0,35	0,04 máx.	0,04 máx.	0,80 1,10	0,15 0,25

Usos y Aplicaciones

Acero de media templabilidad para piezas que exigen grandes durezas, resistencia a la tracción y tenacidad. Es apto para trabajar a elevada temperatura y no presenta fragilidad de revenido. Es utilizado en piezas de alta exigencia para la construcción de aviones y vehículos en general: cigüeñales, árboles, palieres, engranajes de transmisión, espárragos, ruedas dentadas, ejes delanteros.

Es apto para ser endurecido superficialmente por temple directo (métodos de templado a la llama o por inducción).

Tratamientos Térmicos

Forja:	1.100-850°C
Normalizado:	850-900°C
Recocido:	
de ablandamiento	680-720°C
de regeneración	810-850°C
Temple:	
aceite	820-850°C
Revenido:	426-648°C
Puntos críticos:	
AC_1	748°C
AC_3	793°C

Propiedades Físicas

	Resistencia a la Tracción	Dureza

	Kg/mm2	Brinell
Laminado en caliente	75-85	193-250
Estirado en frío	75-85	230-250
Laminado y recocido	75 máx.	220 máx.

Estado refinado:	Resistencia a la Tracción	Dureza
	Kg/mm2	Rockwell Brinell
Templado:		59 máx.
Templado y revenido	80-130	225-365

SAE 3310

Análisis Químico

C	Mn	Si	s	p	Cr	Ni
0,08 0,13	0,45 0,60	0,20 0,35	0,025 máx.	0,025 máx.	1,40 1,75	3,25 3,75

Usos y Aplicaciones

Acero para cementación, de máxima tenacidad y alto endurecimiento superficial, para partes sometidas a grandes esfuerzos y donde se recomienda elevada dureza superficial. Presenta también alto endurecimiento del núcleo.

Se utiliza generalmente en engranajes pesados, secciones gruesas, ejes traseros y engranajes de transmisión para ómnibus y camiones.

Se emplea también este acero para la construcción de matrices para plásticos y para metales no ferrosos.

Tratamientos Térmicos

Forja:	1.100-850°C
Normalizado:	850-890°C
Recocido:	
de ablandamiento	630-660°C
de regeneración	800-855°C
Cementación:	
en polvo	840-900°C
en sales	900-930°C
Temple:	
núcleo	820-860°C

capa cementada	770-800°C
Recocido intermedio	610-640°C
Revenido:	200-550°C
Puntos críticos:	
AC_1	732°C
AC_3	804°C

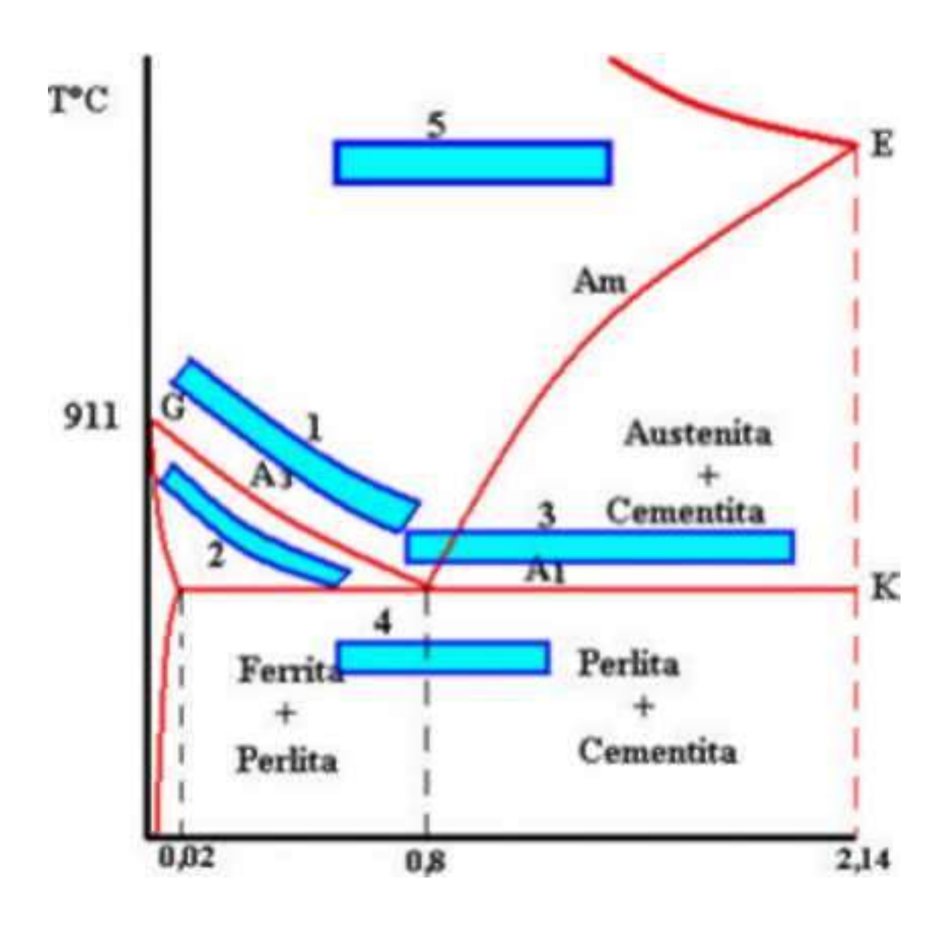
Propiedades Físicas

	Resistencia a la Tracción	Dureza
	Kg/mm2	Brinell
Laminado en caliente	70-90	207-265
Estirado en frío	80-100	240-290
Laminado y recocido	68-75	200-220
Estado cementado y templado:	Resistencia a la Tracción	Dureza
	Kg/mm2	Rockwell
Núcleo:	90-120	
Capa:		62 máx.

Anexo 2: Los 5 recocidos en un gráfico muy sencillo

1. Recocido Completo: Afina el grano cuando ha crecido producto de un mal tratamiento. Se realiza en aceros hipoeutectoides.
2. Recocido Incompleto: Elimina tensiones. Sólo recristaliza la perlita. Es más económico que el anterior en procesos industriales.
3. Recocido de Globulización: Mejora la mecanibilidad en los aceros eutectoides e hipereutectoides.
4. Recocido de Recristalización: Reduce tensiones y elimínala acritud.
5. Recocido de Homogenización: Elimina la segregación química y cristalina. Se obtiene grano grueso por lo que es necesario un recocido completo posterior.

El siguiente gráfico muestra las temperaturas a la que es preciso operar en cada uno de los casos anteriores:



Anexo 3: TRATAMIENTOS TERMICOS ANEXO COMPLEMENTARIO

Notas preliminares

Este ANEXO no es un ***manual*** de tratamientos térmicos ya que el tema es muy vasto, tampoco es un pequeño resumen de una página, trata de ser un balance entre los extremos. En el cuerpo principal del texto ya de descripto en forma más simplificada los tratamientos, aquí va un nivel un poco más profundo.

He tomado de base un “paper” de una universidad (hay tanto escrito que no hay que reinventar la rueda) y lo he completado con comentarios y anexos.

Le he pedido a Lothar (Alfredo Hey, gran maestro de la metalurgia) los que cuando suba este documento estarán incluidos.

UNIVERSIDAD DEL ZULIA

LABORATORIO DE CIENCIAS DE LOS MATERIALES

TRATAMIENTOS TERMICOS

Editado y completado por Ing. Marcelo San Pedro

Revisado por el Dr. Alfredo Hey

INTRODUCCION

1. **Concepto y características de los tratamientos térmicos**
2. **Tipos de tratamientos térmicos**
3. **Desarrollo de los tratamientos térmicos**
4. **Hornos utilizados para el tratamiento térmico**
5. **Concepto, características y desarrollo del normalizado**
6. **Concepto, características y desarrollo del recocido, temple y revenido.**
7. **Templabilidad**
8. **Curvas “S” (Transformación–Temperatura–Tiempo) o TTT**

CONCLUSION

DESARROLLO

1. Concepto y características de los tratamientos térmicos

El tratamiento térmico es la operación de calentamiento y enfriamiento de un metal en su estado sólido a temperaturas y condiciones determinadas para cambiar su estructura y sus propiedades mecánicas. Con el tratamiento térmico adecuado se pueden reducir los esfuerzos internos, el tamaño del grano, incrementar la tenacidad o producir una superficie dura con un interior dúctil. Para conocer a que temperatura debe elevarse el metal para que se reciba un tratamiento térmico es recomendable contar con los diagramas de cambio de fases como el de hierro - carbono. En este tipo de diagrama se especifican las temperaturas en las que suceden los cambios de fase (cambios de estructura cristalina), dependiendo de los aleantes. Los tratamientos térmicos han adquirido gran importancia en la industria en general, ya que con las constantes innovaciones se van requiriendo metales con mayores resistencias tanto al desgaste como a la deformación. El tiempo y la temperatura son los factores principales y hay que fijarlos de antemano de acuerdo con la composición del acero, la forma y el tamaño de las piezas y las características que se desean obtener.

2. Tipos de tratamientos térmicos

- **Tratamientos en la masa**: recocidos y normalizados, temples y revenidos.
- **Tratamientos superficiales**: temple superficial y tratamientos termoquímicos (cementación, carbonitruración, boruración y nitruración).
- **Tratamientos de superficie** (depósitos).

3. Desarrollo de los tratamientos térmicos

Constan de tres fases:

A.) <u>Calentamiento hasta la temperatura fijada (temperatura de consigna)</u>*:*

La elevación de temperatura debe ser uniforme, por lo que cuando se calienta una pieza o se hace aumentando la temperatura muy lentamente o se va manteniendo un tiempo a temperaturas intermedias, antes del paso por los puntos críticos, este último es el calentamiento escalonado.

B.) <u>Permanencia a la temperatura fijada</u>*:*

Su fin es la completa transformación del constituyente estructural de partida. Puede considerarse como suficiente una permanencia de unos dos minutos por milímetro de espesor en el caso de querer obtener una austenización completa

en el centro y superficie. Largos mantenimientos y sobre todo a altas temperaturas son "muy peligrosos" ya que el grano austenítico crece rápidamente dejando el acero con estructuras finales groseras y frágiles.

C.) **Enfriamiento desde la temperatura fijada hasta la temperatura ambiente:**

Este tiene que ser rigurosamente controlado en función del tipo de tratamiento que se realice.

4. Hornos utilizados para el tratamiento térmico

Se pueden clasificar a partir del proceso de calentamiento, por la atmósfera o por la solera del horno.

4.1 El calentamiento por gas

Los hornos de gas pueden ser del tipo de fuego directo, en el cual los productos de la combustión entran a la cámara de calentamiento. Alternativamente, pueden ser de combustión indirecta, de manera que la cámara del horno quede aislada de los productos de la combustión. Un tercer tipo de horno calentado por gas, es el de tubos radiantes, en el cual un gas en combustión dentro de tubos metálicos, que se proyecta dentro de la cámara de calentamiento, y que constituyes la fuente de calor radiante. El calentamiento por gas tiene como ventaja la economía y como inconveniente la dificultad del control de la temperatura. La temperatura alcanzada por el horno suele llegar a 1100 ºC y el control de la atmósfera es muy difícil por ello se emplea poco este proceso de calentamiento para tratamientos térmicos.

4.2 Calentamiento por resistencia eléctrica

Es el más usado para los hornos de tratamiento térmicos que aprovecha el calor generado según la ley de Joule. La disposición de la resistencia da nombre a los hornos, que son de tipo mufla o caja, la resistencia está instalada a lo largo de las paredes interiores y por lo tanto en contacto con las paredes del horno. El material de la resistencia suele ser nicrom (Níquel 70%, Cromo 30%), que alcanza temperaturas de 1100 C° y de aleación de carburo de silicio que alcanza temperaturas de 1300 ºC. Para lograr temperaturas superiores se utilizan resistencias de molibdeno (1800 ºC), de tungsteno (2500 ºC), y de grafito (2700 ºC). Para temperaturas aún mayores se utilizan los hornos de inducción (3000 ºC).

4.3 Hornos según su atmósfera

En tratamientos térmicos se entiende por atmósfera la masa gaseosa encerrada dentro del horno que está en contacto con la pieza a tratar. Las atmósferas pueden tener carácter neutro, oxidante o reductor. El papel desempeñado por la atmósfera controlada es doble, por una parte, evita que se produzcan reacciones perjudiciales como la oxidación y la des carburización de las piezas. Por otra parte permite realizar las acciones previstas a saber, la reducción de óxidos superficiales y la eliminación de gases absorbidos.

4.3.1 En vacío

Se utiliza para sintetizar carbonos cementados y para el tratamiento térmico especial de aceros aleados. Se consiguen mediante bombas mecánicas y de difusión de aceite o mercurio. Las atmósferas neutras de argón, helio y nitrógeno apenas se emplean debido al precio de estos gases y a las trazas de oxigeno que suelen contener. Las atmósferas carburantes o descarburantes obtenidas por combustión o disociación de mezclas de hidrocarburos (metano, propano, butano, gas natural), con aire suelen contener N_2, CO, H_2, CO_2, y pequeñas cantidades de vapor de agua.

4.3.2 Hornos de atmósfera del tipo de generador Exotérmico o endotérmico

En el generador exotérmico de introducen hidrocarburos y aire secos limpios convenientemente dosificados que se queman en la cámara de combustión, se filtran y se separan del agua. El gas seco resultante se introduce al horno de tratamiento térmico. La mezcla que se introduce al generador endotérmico es parecida a la inyectada en el exotérmico pero el generador endotérmico no tiene quemador sino los gases reaccionan entre si en un catalizador calentado adecuadamente

5. Concepto, características y desarrollo del ***normalizado***

Es un tratamiento térmico de recocido que consiste en calentar la pieza a normalizar por encima de la temperatura de transformación perlita-austenita, se mantiene a estas temperaturas por un periodo adecuado y después se enfría al aire. Se realiza calentando el acero entre 20ºC y 40ºC superior a la temperatura crítica y una vez austenizado se deja enfriar al aire tranquilo. Con este tratamiento se consigue afinar y homogeneizar la estructura. Este tratamiento es típico de los aceros al carbono de construcción de 0.15% a 0.60% de carbono. Sirven para afinar la estructura y eliminar las tensiones que suelen aparecer en la solidificación y el forjado, entre otros. Con esto se consigue un acero más duro y resistente al obtenido con un enfriamiento más lento en un horno después de un recocido. Este tratamiento se utiliza para piezas fundidas, forjadas o mecanizadas.

5.1 Enfriamiento del normalizado

La velocidad del enfriamiento del normalizado es más rápida que en el recocido. Es un tratamiento típico de los aceros al carbono de construcción de 0.15 a 0.40 % de carbono; la temperatura normal del normalizado varía según el porcentaje en carbono, que va desde 840ºC a 935ºC, según la composición sea desde 0.50 a 0.10 % de carbono. A medida que aumenta el diámetro de la barra, el enfriamiento será más lento y por tanto la resistencia y el límite elástico disminuirán y el alargamiento aumentará ligeramente.

6. Concepto, características y desarrollo del ***recocido, temple y revenido***

6.1 Recocido

Su objetivo principal es "ablandar" el acero para facilitar su mecanizado posterior. También es utilizado para regenerar el grano o eliminar las tensiones internas. Se debe tener en cuenta que los recocidos no proporcionan generalmente las características más adecuadas para la utilización del acero y casi siempre el material sufre un tratamiento posterior con vistas a obtener las características óptimas del mismo. Cuando esto sucede el recocido se llama también "tratamiento térmico preliminar" y al tratamiento final como "tratamiento térmico de calidad". Los tipos de recocidos son los siguientes: recocido de regeneración, recocido de engrosamiento de grano, recocidos globulares o esferoidales (recocido globular subcrítico, recocido regular de austenización incompleta o recocido globular oscilante), recocido de homogenización, recocidos subcríticos (de ablandamiento o de acritud), recocido isotérmico y recocido blanco.

Recocido Supercríticos

De austenización completa (recocido de regeneración): se calienta el acero a temperaturas superiores a las críticas Ac3 ó Accm para transformar el material en austenita, mayormente se utilizan para los aceros que presentan efectos de fatiga. De austenización incompleta (recocido globular de austenización incompleta): se realizan a temperaturas superiores a las Ac1 y Ac3-2-1 a las que se convierte la ferrita en austenita.

Recocido Subcrítico

Se calientan los materiales a temperaturas inferiores a las temperaturas críticas Ac1 ó Ac3-2-1. Este a su vez se clasifica en: recocido globular que consigue la cementita de estructura globular más perfecta; recocido de ablandamiento; recocido contra acritud que se realiza para mejorar la ductilidad y maleabilidad del acero y poder someterlo a nuevos procesos de laminación; recocido de estabilización

Recocido Isotérmico

A diferencia de todos los anteriores se trasforma la austenita en perlita a una temperatura constante.

En el recocido de segundo género o de austenización completa, se calienta el material por encima del punto crítico superior y se mantiene caliente hasta lograr una homogenización del material, luego producimos un enfriamiento lento para conseguir que el acero quede blando, cuanto más lento sea el enfriamiento más blando será el acero. Si se aumenta la velocidad de enfriamiento al atravesar el acero la zona critica, se aumenta la dureza; si esta velocidad sobrepasa la velocidad critica, la austenita comienza a transformarse en otros constituyentes. El acero se puede sacar del horno cuando ya los cristales de austenita se han transformado completamente en perlita blanda, este punto depende de la velocidad de enfriamiento, por ejemplo, a una velocidad de 10 grados -hora, el proceso de transformación ocurre sobre los 700-680 grados, y a 20 grados -hora, la transformación ocurre a 680-650 grados.

6.2 Temple

El temple es un tratamiento térmico que consiste en enfriar muy rápidamente la austenita homogénea, que tenemos después de calentar el acero; con este enfriamiento rápido se consigue un aumento de dureza, ya que el resultado final es una estructura martensítica. La temperatura de temple para los aceros hipoeutectoides es de 30-50 grados por encima de la temperatura de transformación. Por arriba de esta temperatura el grano de austenita crece mucho, obteniéndose estructuras bastas de baja tenacidad. La velocidad de enfriamiento debe ser rápida pero solo en el intervalo de temperatura de 650-400 grados, que es donde la austenita es menos estable, y es donde se forma la mezcla de ferrita y cementita. Por encima de 650 grados la velocidad puede ser más lenta, pero no tanto que permita la precipitación de ferrita o la transformación de austenita en perlita. Por debajo de los 400 grados comienza la zona de estabilidad de la austenita y el enfriamiento puede volver a ser lento, y en el intervalo de 200-300 grados, el enfriamiento debe de ser lento para evitar tensiones térmicas resultantes de un enfriamiento rápido. En los aceros hipoeutectoides el temple se suele realizar con calentamiento de austenización incompleta. En la masa original caliente hay austenita y una cantidad de cementita y carburos aleados, después del enfriamiento se obtiene martensita y carburos; este proceso produce mejores resultados en la práctica industrial. Factores que influyen en el temple de los aceros son la composición, el tamaño de grano, el tamaño de las piezas. El estudio de las velocidades críticas del temple debe de hacerse con ayuda de las curvas de la “S” de enfriamiento continuo, las cuales reflejan la influencia de la composición sobre la velocidad de enfriamiento. Al aumentar el porcentaje de manganeso y cromo, las curvas se desplazan hacia la derecha y por tanto las velocidades críticas del temple disminuyen. El tamaño de grano modifica la situación y forma de la curva “S”; en aceros de la misma composición, las velocidades del temple de grano grueso son menores que las velocidades de grano fino. El tamaño, volumen, y espesor de las piezas tiene gran importancia, ya que si enfriamos una pieza grande

primero se enfría la superficie exterior rápidamente, pero las capas interiores tardan más, ya que el calor debe de atravesar las capas exteriores y estas capas tienen una conductividad limitada, con lo cual perfiles delgados enfrían antes que gruesos. El medio de enfriamiento también influye siendo este proceso por etapas, en la primera el acero al sumergirse en el líquido se forma una capa de vapor, al ser su temperatura muy alta, que rodea el metal , y el enfriamiento se hace por conducción y radiación a través de la capa gaseosa , siendo un enfriamiento muy lento. En la segunda etapa cuando desciende la temperatura de superficie del metal, la película de vapor va desapareciendo, pero el líquido hierve alrededor de las piezas y se forman burbujas que transportan el vapor por conducción. En la tercera etapa el enfriamiento lo hace el líquido por conducción y convección, cuando la diferencia de temperatura del líquido y la pieza es pequeña., con lo que el líquido influye en la velocidad según su temperatura de ebullición, su conductividad térmica, su viscosidad, su calor especifico y su calor de vaporización.

Si se realiza un temple incorrecto, nos podemos encontrar con defectos en la pieza como una dureza insuficiente para nuestros propósitos, que se hayan formados puntos blandos, piezas con mucha fragilidad, descarburación, grietas etc.

La dureza escasa y la formación de puntos blandos se explican por la falta de calentamiento, por no haber alcanzado la temperatura necesaria, o por no haber permanecido el suficiente tiempo en ella; la fragilidad excesiva es por un temple a temperaturas altas, etc. por lo cual hay que extremar los cuidados a la hora de iniciar un proceso de temple, y realizarlo correctamente, ya que son muchos los factores que pueden echar a perder las piezas, y que no sean válidas para nuestros propósitos.

Existe un proceso llamado temple superficial que se usa para endurecer superficialmente ciertas piezas de acero conservando la tenacidad de su núcleo. El proceso consiste en calentar las capas superficiales a una temperatura superior a los puntos críticos y enfriar rápidamente siguiendo la sección de la pieza, como las diferentes capas interiores de la pieza se han calentado a diferentes temperaturas , se ha producido en la pieza diferentes temples. En la superficie el temple será completo, en el interior, incompleto, y en el centro inexistente.

Hay diferentes métodos como el de calentamiento por llama oxiacetilénica, recomendado para piezas que, por su forma o tamaño, no se pueden aplicar otros métodos; la ventaja de este método es que se pueden templar incluso partes de una pieza. El método de inducción usa el flujo magnético creado por una corriente alterna de alta frecuencia que pasa por un inductor; la característica más importante de este método es que para cada forma de pieza se le colocan unas espiras de una forma determinada. Es el método más empleado ya que no se quema el carbono, no se produce oxidación, y no se forma cascarilla. El inconveniente principal es que no se puede utilizar para piezas únicas, ya que hay que crear un inductor específico para cada forma.

6.3 Revenido

Después del temple, los aceros suelen quedar demasiado duros y frágiles para los usos a los que están destinados. Esto se corrige con el proceso del revenido; este proceso consiste en calentar el acero a una temperatura más baja que su temperatura critica inferior, enfriándolo luego al aire, en aceite o en agua, con esto no se eliminan los efectos del temple, solo se modifican, se consigue disminuir la dureza, resistencia, y las tensiones internas, y se aumenta la tenacidad. El acero, después del temple, está compuesto por cristales de martensita, si se vuelve a calentar a diferentes temperaturas, entre Temperatura Ambiente y 700º y después se enfría al aire, la resistencia a la tracción disminuye a medida que la temperatura del revenido aumenta y al mismo tiempo aumenta la ductilidad y la tenacidad. La resistencia al choque o resiliencia, que es baja cuando el revenido se hace a Temperatura inferiores a 450ºC, aumenta cuando se hace a Temperatura más elevadas. En ciertos aceros en los que después del temple queda austenita residual, se presenta un aumento de dureza, cuando el revenido se hace entre 350ºC y 550ºC, transformándose la austenita en otros constituyentes. Los aceros después del revenido, por lo general se contraen. Estas variaciones de propiedades que suceden en el revenido, se deben a los cambios micro estructurales, que consisten en la descomposición de la martensita que se había obtenido en el temple y que se transforma en otros constituyentes más estables. La estructura obtenida en un revenido a 200-250ºC es de martensita de red cúbica, a 400ºC se observa un oscurecimiento fuerte, al aumentar a 600-650º se desarrolla la coalescencia de la cementita. Con ayuda del microscopio electrónico se ha podido llegar a la conclusión que el revenido se hace en tres etapas:

- La primera etapa se realiza a bajas temperaturas, menores de 300ºC, y se precipita carburo de hierro épsilon y el porcentaje de carbono en la martensita baja a 0.25%, el carburo de hierro cristaliza en el sistema hexagonal, en los límites de los sub-granos de la austenita, y la martensita cambia su red tetragonal a red cúbica

- En la segunda etapa, solo se presenta cuando hay austenita retenida en la micro estructura del acero, la cual se transforma en bainita, que al ser calentada a altas temperaturas también precipita en carburo de hierro, con formación final de cementita y ferrita.

- En la tercera etapa, el carburo de hierro que apareció en la primera etapa, se transforma en cementita, cuando sube la Temperatura. Se forma un precipitado de cementita en los límites y en el interior de las agujas de martensita, la cual al aumentar la Temperatura se re disuelve la del interior y se engrosa la del exterior, al subir más la Temperatura. Se rompe la cementita exterior, y a 600ºC la matriz queda constituida por ferrita. Al final la martensita se ha transformado en cementita y ferrita. En los revenidos la martensita obtenida por temple, va perdiendo carbono que aparece en forma de carburo épsilon, y cementita. Cuando después del temple aparece austenita residual, los cambios micro estructurales cuando empieza a calentar, son iguales a los anteriores, pero a 225ºC comienza la descomposición de la austenita hasta los 400ºC, produciéndose un oscurecimiento de la estructura. Cuanto más baja sea la temperatura del temple, la austenita residual será menos refractaria, y a mas Temperatura del temple será más difícil conseguir la transformación isotérmica de la austenita. Esta austenita sufre una precipitación de carburos complejos de alta aleación, y disminuye el contenido en carbono, después de esta precipitación y al enfriar, se transforma en bainita.

En el caso de herramientas fabricadas con aceros rápidos, se mejoran dando un doble revenido, con el que se eliminan las tensiones residuales y se evita la fragilidad excesiva. En el primer revenido se transforma la martensita tetragonal en revenida, precipitando carburos aleados, disminuyendo la concentración de austenita “acondicionamiento de la austenita “, que al enfriar se convierte en bainita con características parecidas a la martensita. En el segundo revenido se calienta a 550º, con lo que se evita que quede martensita sin revenir. En algunas clases de aceros, el revenido entre 250-400º, se presenta una disminución de la tenacidad, que se produce en la tercera fase del revenido cuando la cementita envuelve las agujas de martensita, la fragilidad aumenta cuanto mayor es la red de cementita, y a temperaturas mayores esta red desaparece y aumenta la fragilidad. Existe otra fragilidad llamada de Krupp, que se presenta en los revenidos de los aceros cromo-níquel, y se presenta cuando después del temple, el acero permanece mucho tiempo en el intervalo de 450-550º. Esta fragilidad no va acompañada de cambios de dureza, volumen, ni cambios significativos en la estructura, y aparece en los aceros sensibles a este fenómeno independientemente de la velocidad de enfriamiento. Para evitar este fenómeno se enfría rápidamente para evitar estar mucho tiempo en este intervalo de temperaturas.

Para valorar la importancia de esta fragilidad se utiliza el coeficiente de susceptibilidad S = resiliencia de enfriamiento muy rápido / resiliencia de enfriamiento lento. Los factores que influyen en la fragilidad del revenido, son la velocidad de enfriamiento (como hemos comentado antes), el tiempo de permanencia en el intervalo de temperatura crítica y la duración del revenido a Temperatura Superiores a la zona de fragilidad.

(N.del.E) Para cuchillería podemos tomar esta tabla como un parámetro general (ver anexo con gradación de colores)

Tabla de temperaturas para revenido de acero endurecido

Color	Grados C	Tipos de aceros
Paja claro	220	Herramientas como brocas, machuelos
Paja mediano	240	Punzones dados y fresas
Paja obscuro	255	Cizallas y martillos
Morado	270	Árboles y cinceles para madera
Azul obscuro	300	Cuchillos y cinceles para acero
Azul claro	320	Destornilladores y resortes

6.3 Bonificado (N.del.E)

Bonificado se denomina al temple y revenido en conjunto.

Otros métodos de tratamiento térmico para endurecer el acero.

Cementación: Las superficies de las piezas de acero terminadas se endurecen al calentarlas con compuestos de carbono o nitrógeno.

Nota del Editor: Este tratamiento superficial puede hacerse en el taller en forma sencilla, se toma un tubo metálico donde entre la pieza de un acero de bajo carbono ej. SAE 1020, se lo cierra para que no entre oxígeno utilizando tierra refractaria o barro si no la hay, poniendo previamente carbón molido (no muy finamente, como en granos). Se pueden utilizar activantes de la reacción como hueso molido y calcinado (carbonato de calcio), sal común (cloruro de sodio) o hidróxido de sodio los cuales se agregan al carbón.

Se pone contenedor en la fragua y se lleva a 850 grados y se lo deja por al menos media hora a una hora. A mayor tiempo mayor penetración, pero la velocidad y espesor de la misma es inversamente proporcional al espesor, es decir que si tenemos una décima en media hora la segunda décima demandará un tiempo sumamente mayor.

	TRATAMIENTOS TÉRMICOS POSTERIORES A LA CEMENTACIÓN	DUREZA DEL ACERO 1020 (RC)	
		ANTES DE LA CEMENTACIÓN	DESPUÉS DE LA CEMENTACIÓN
1º Probeta	Normal Sin tratamiento	5	5
2º Probeta	Temple Directo	5	58
3º Probeta	Temple - Revenido	5	34
4º Probeta	Doble - Temple	5	75
5º Probeta	Doble - Temple - Revenido	5	42
6º Probeta	Temple Directo en aceite	5	5

Recuerden que es un tratamiento superficial, si se mecaniza la pieza se pierde la capa cementada y queda el material del núcleo.

Adjunto el resultado obtenido en la Universidad Pontificia de Chuquisaca en pruebas sobre 6 probetas para ver el efecto de la cementación en función de la dureza resultante en RC.

Noten lo siguiente:

1. No hay efecto por temple en el material virgen de bajo carbono (marcado en rojo)
2. El doble temple sube la dureza, probeta 4 por sobre la probeta 2 con un solo temple
3. Los revenidos luego del temple hacen caer la dureza (como corresponde a un acero de alto carbono) marcados en verde.

(fin de nota)

Carburización: La pieza se calienta manteniéndola rodeada de carbón vegetal, coque o gases de carbono.

Cianuración: Se introduce el metal en un baño de sales de cianuro, logrando así que endurezca.

Nitruración: Se usa para endurecer aceros de composición especial mediante su calentamiento en amoniaco gaseoso.

7. Templabilidad

La templabilidad de un acero es una propiedad que determina la profundidad y distribución de la dureza alcanzada al producirse un enfriamiento desde la zona austenítica. La templabilidad del hierro aumenta si se añaden aleantes , a más carbono más templabilidad, sin embargo también aumenta el volumen , con lo que el enfriamiento de la pieza no es homogéneo, y enfría antes en el exterior que en el núcleo , el cual no se podrá dilatar al enfriarse por la compresión ejercida por la pieza ya enfriada, creándose unas tensiones de compresión en el interior y de tracción en la superficie que pueden llegar a romperla, con lo que hay que bajar el contenido en carbono, pero a su vez la templabilidad baja, con lo que se crea una contradicción. Se considera que el temple de un acero es aceptable cuando la micro estructura está formada por lo menos con un 50% de martensita, pero para conseguir las mejores características mecánicas en el producto final el porcentaje de martensita debe de estar entre el 50 y el 90 %. La templabilidad es afectada por los siguientes factores:

- **El tamaño de grano de la austenita**

Un grano muy fino tiene mucha área de borde de grano que facilita la nucleación de ferrita y perlita, disminuyendo la templabilidad del acero. Por otra parte, un grano grande de austenita no es deseable porque reduce la ductilidad final del acero y aumenta la tendencia al agrietamiento en el temple, así pues, no es buena práctica hacer crecer el grano de la austenita.

- **El aumento del contenido de carbono**

Un incremento del contenido de C en un acero aumenta fuertemente su dureza y su templabilidad. Sin embargo, un alto % de C no siempre es deseable, por eso, una alternativa para aumentar la templabilidad de un acero es añadir elementos de aleación.

- **Elementos de aleación**

Ninguno de los factores anteriores se usa específicamente para aumentar la templabilidad, esto se logra principalmente mediante la adición de elementos de aleación al acero, exceptuando al Cobalto.

Existen muchos ensayos para determinar la templabilidad, pero el más utilizado es el ensayo Jominy, cuyos resultados se expresan como una curva de dureza frente a la distancia desde el extremo templado. Del estudio de estas curvas se puede observar que la máxima dureza que se consigue en el temple del acero es función del contenido en carbono, que la presencia de elementos de aleación en los aceros permite obtener durezas elevadas aun a bajas velocidades de enfriamiento, que pequeñas cantidades de elementos aleados convenientemente seleccionados, ejercen más influencia en la templabilidad que un gran porcentaje de un solo elemento. La templabilidad se determina usualmente por dos métodos:

Método Grossman o del Diámetro Crítico ideal

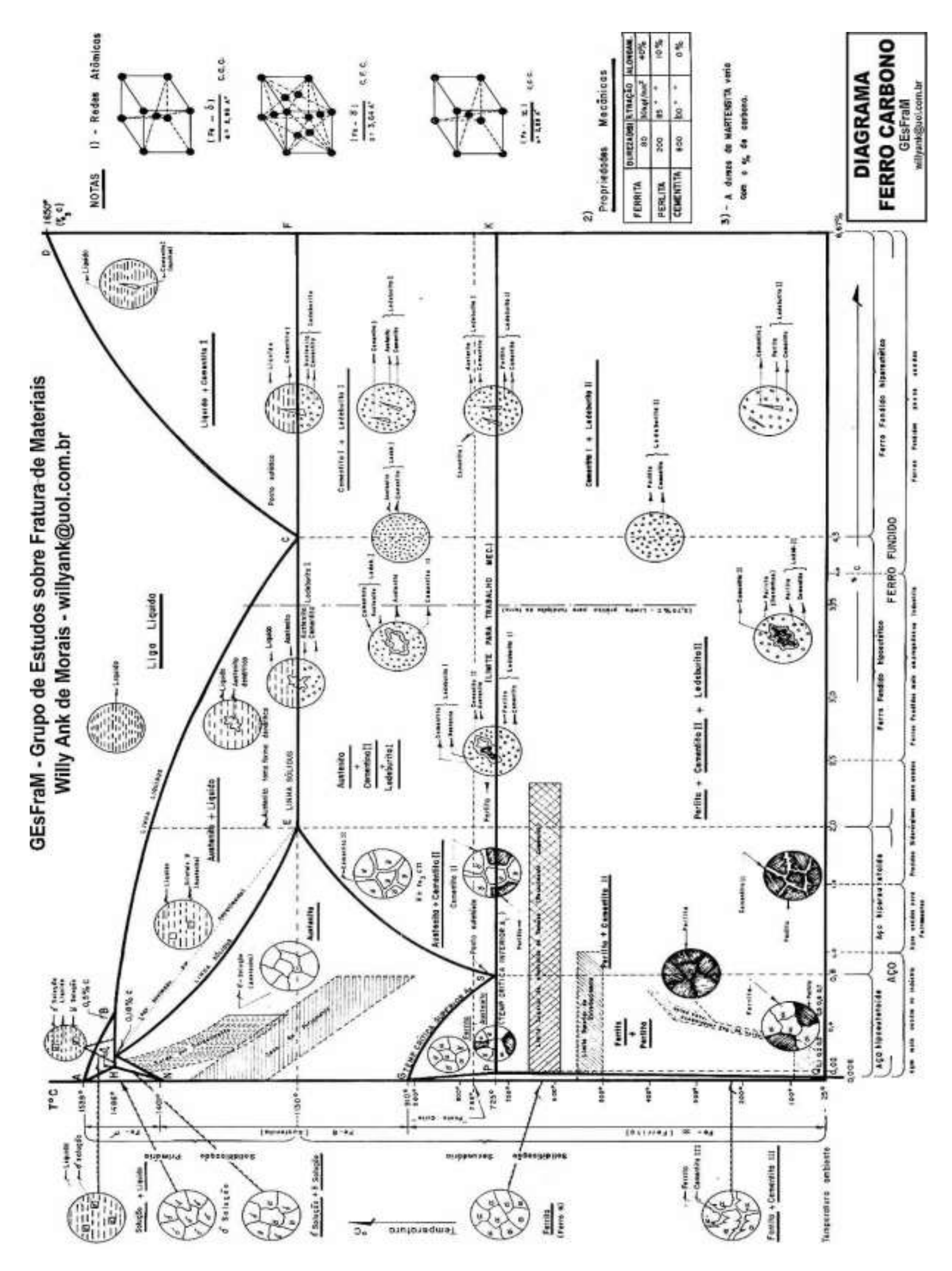
8. Curvas De La “S” (Transformación – Temperatura – Tiempo)

Ayudan a comprender e interpretar con bastante claridad, las transformaciones que ocurren durante los tratamientos térmicos. Se comprende mejor la existencia de las 3 zonas de transformación: la superior, donde nacen todas las estructuras de tipo perlítico y cuyo punto de transformación se denomina Ar; la intermedia, donde nacen estructuras de tipo bainítico, y cuyo punto de transformación se señala con la denominación Ar´´; y la inferior, martensítica cuyo punto de transformación se llama Ar´´´. Los ensayos se realizan con una serie de probetas de acero de pequeñas dimensiones que se calientan a una temperatura ligeramente superior a la crítica Ac_3 ó Ac_m; luego se introducen rápidamente en un baño de sales o de metal fundido, consiguiéndose después de cierto tiempo de permanencia del acero a esa temperatura, la transformación de la austenita. El ensayo se completa efectuando las experiencias en baños de sales, de metales fundidos, a temperaturas variables desde 720º C, hasta llegar a la temperatura ambiente. A partir de una serie de curvas de relación isotérmicas determinadas a cierto número de temperaturas se puede obtener importante información, como es la representación gráfica de la figura, relativa a un acero al carbono de tipo eutectoide. Estos tipos de diagramas cinéticos son del máximo interés tecnológico, pues representan las posibilidades de los distintos tipos de aceros de experimentar tratamientos térmicos de ablandamiento y endurecimiento. Existen varios elementos de aleación que influyen en el diagrama TTT; tales son los casos del níquel y el manganeso que retardan la formación de la perlita y las transformaciones intermedias con bastante uniformidad a todas las temperaturas. El cobre y el silicio se comportan de modo parecido al níquel en sus efectos sobre las transformaciones isotérmicas, pero el efecto retardador es mucho menor. El cobalto parece ser que aumenta las velocidades de las transformaciones a todas las temperaturas. El molibdeno y el cromo retardan intensamente la reacción perlítica, pero afectan en grado mucho menor a las reacciones intermedias. Estos elementos también elevan la zona de temperaturas en que se produce la reacción perlítica y disminuyen la zona de temperatura de las reacciones intermedias. Como consecuencia, los diagramas de transformaciones isotérmica varían mucho, y, sobre todo, los de los aceros especiales que contienen los dos citados elementos ya no conservan ninguna semejanza con la forma de una S.

CONCLUSION

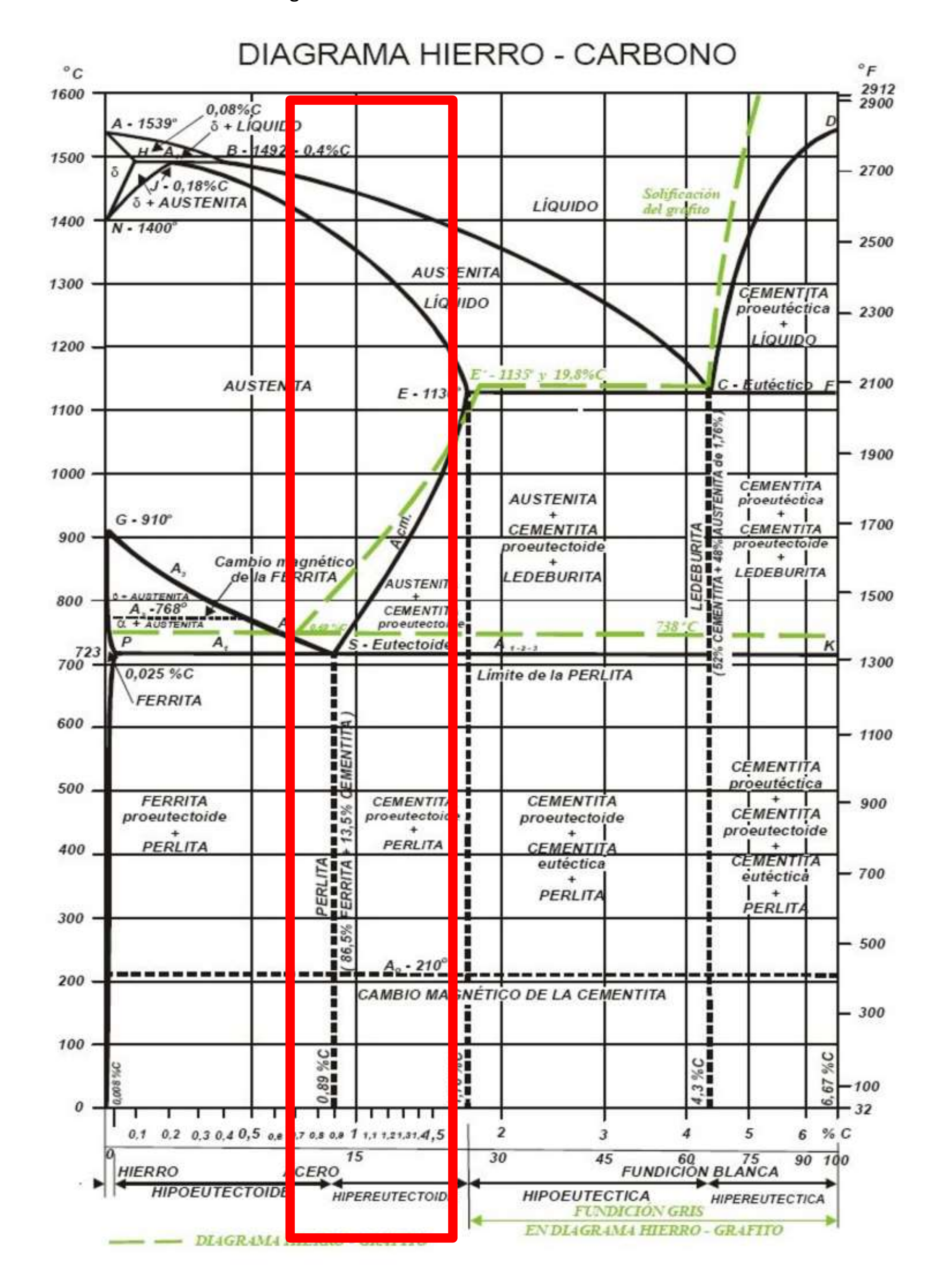
Los tratamientos térmicos son indispensables para el mejoramiento de la calidad del material o pieza a utilizar. Ya que se pueden modificar las propiedades físicas de los mismos dándoles una vida útil más larga. A cada tipo de tratamiento se le estipula de antemano su temperatura de calentamiento y el tiempo que permanecerá la pieza en esa temperatura, luego se procede a enfriar la pieza dependiendo del tipo de tratamiento efectuado. Adicionalmente se utilizan Diagramas de fase (TTT) donde se visualizan transformaciones de los materiales que ocurren a diferentes temperaturas críticas de los mismos. Sus aplicaciones pueden darse en la construcción y en las industrias, para las herramientas hechas de acero al carbono como ejemplo.

Anexo 4: Diagrama Fe C en portugués con estructuras cristalinas.



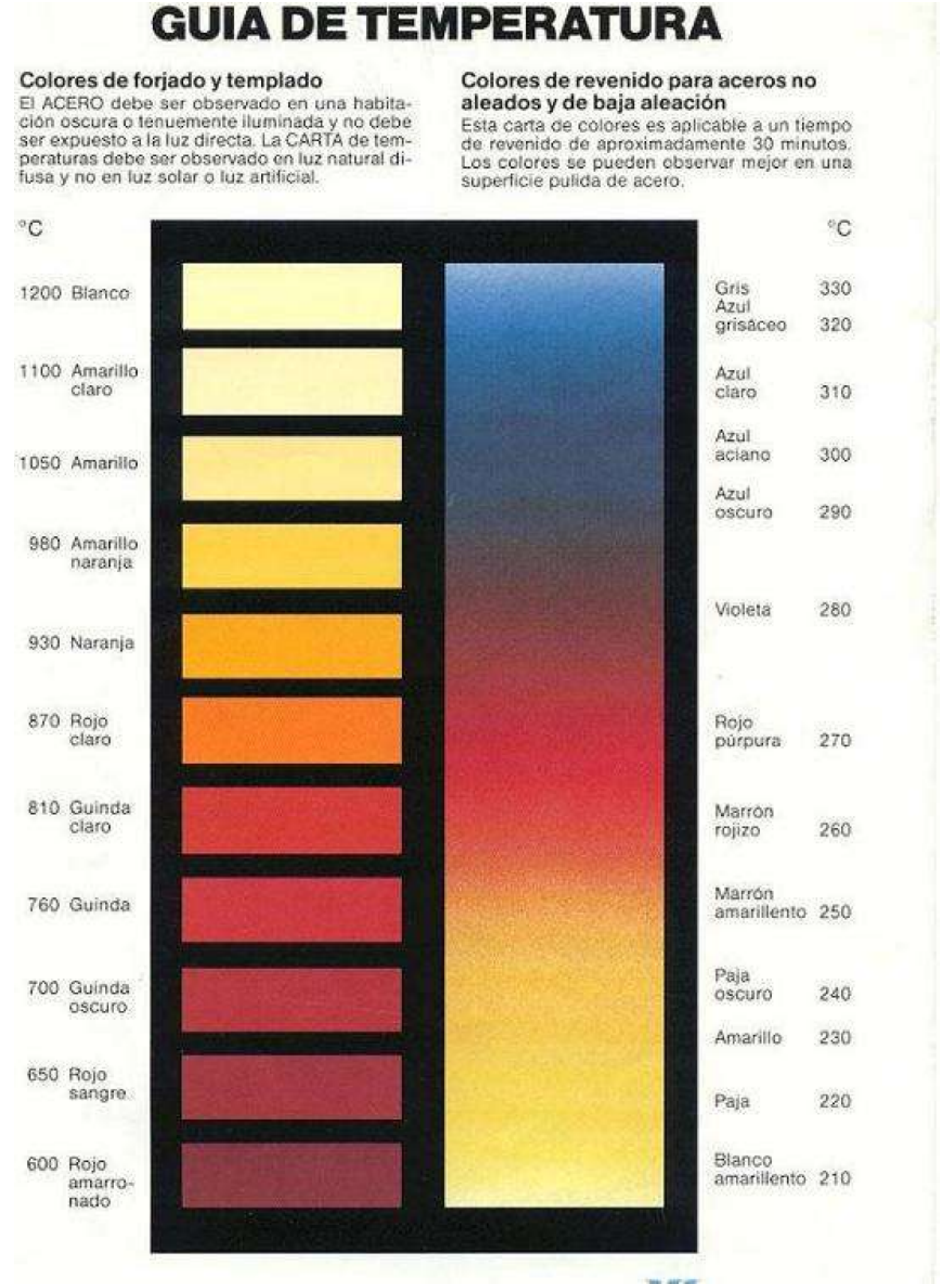
Anexo 5: Diagrama Fe C sencillo sin estructuras.

En rojo he delimitado el área de la zona de carbono en la que nos movemos desde 0,45% un SAE1045 hasta aceros con 1,2%. Luego ya se trata de aceros especiales y el alto contenido de aleantes hace cambiar estos gráficos.



Anexo 6: Colores de temple y revenido

Tener en cuenta que los colores varían con la luminosidad ambiente, un naranja al sol lo veremos como un guinda claro. Por eso si nos guiamos por los colores debemos hacerlo fuera de haces de luz. Lo maestros kataneros en Japón directamente lo hacen de noche y en penumbra.



Anexo 7: Tablas de dureza – Comparativa Rockwell Vickers Brinell

Brinell	Rockwell		Vickers
HB	HRB	HRC	HV
80	36.4		80
85	42.4		85
90	47.4		90
95	52.0		95
100	56.4		100
105	60.0		105
110	63.4		110
115	65.4		115
120	69.4		120
125	72.0		125
130	74.4		130
135	76.4		135
140	78.4		140
145	80.4		145
150	82.2		150
155	83.8		155
160	85.4		160
165	85.8		165
170	88.2		170
175	89.6		175
180	90.8		180
185	91.8		185
190	93.0		190
195	94.0		195
200	95.0		200
205	95.8		205
210	96.6		210
215	97.6		215
220	98.2		220
225	99.0		225
230		19.2	230
235		20.2	235
240		21.2	240
245		22.1	245
250		23.0	250
255		23.8	255
260		24.6	260
265		25.4	265
270		26.2	270
275		26.9	275
280		27.6	280
285		28.3	285
290		29.0	290
295		29.6	295
300		30.0	300
310		31.5	310
320		32.7	320
330		33.8	330
340		34.9	340
350		36.0	350

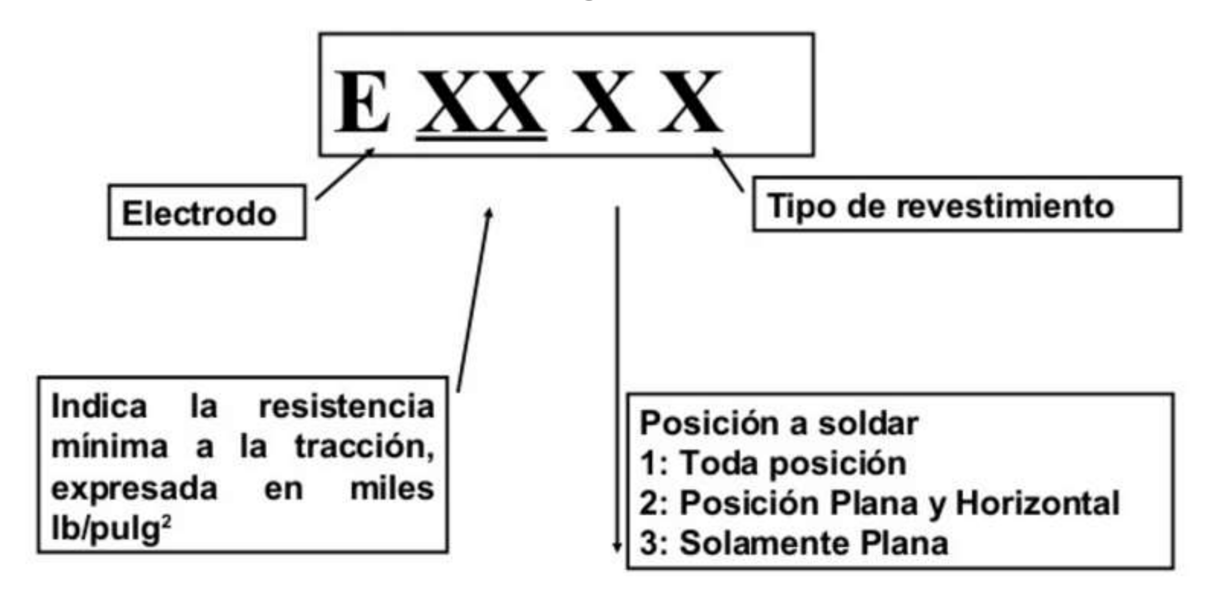
Brinell	Rockwell		Vickers
HB	HRB	HRC	HV
359		37.0	360
368		38.0	370
376		38.9	380
385		39.8	390
392		40.7	400
400		41.5	410
408		42.4	420
415		43.2	430
423		44.0	440
430		44.8	450
		45.5	460
		46.3	470
		47.0	480
		47.7	490
		48.8	500
		49.0	510
		49.8	520
		50.3	530
		50.9	540
		51.5	550
		52.1	560
		52.7	570
		53.3	580
		53.8	590
		54.4	600
		54.9	610
		55.4	620
		55.9	630
		56.4	640
		56.9	650
		57.4	660
		57.9	670
		58.4	680
		58.9	690
		59.3	700
		60.2	720
		61.1	740
		61.9	760
		62.7	780
		63.5	800
		64.3	820
		65.0	840
		65.7	860
		66.3	880
		66.9	900
		67.5	920
		68.0	940

Anexo 8: Soldadura, electrodos, corrientes, etc.:

La soldadura es una especialidad que abarca tomos y tomos en la literatura industrial. Aquí solamente pongo algunas tablas útiles.

Tener en cuenta que el electrodo más utilizado es el E6013 de recubrimiento rutílico.

Nomenclatura de los electrodos según AWS:



Polaridad de la conexión para máquinas de corriente continua:

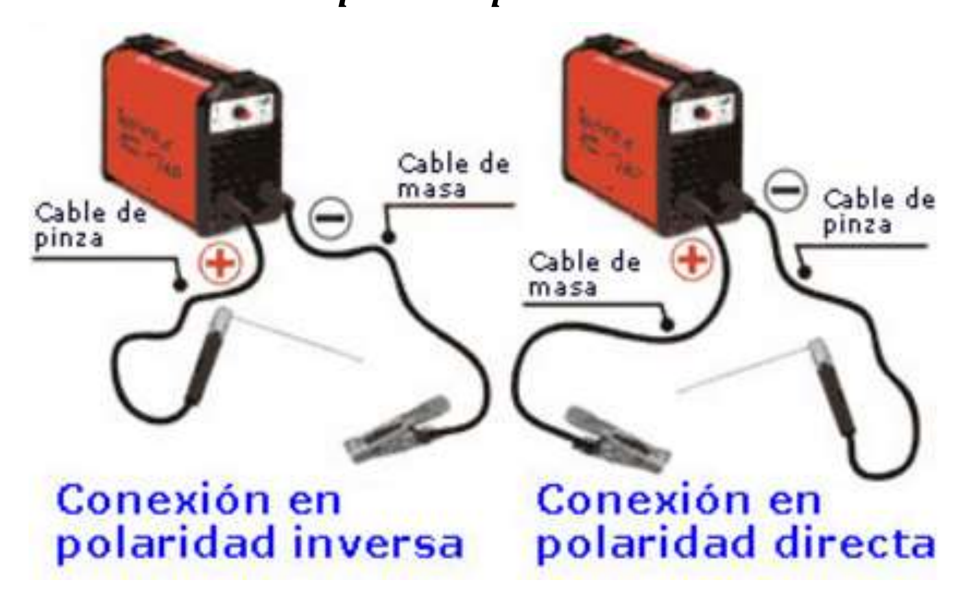


Tabla de polaridades para cada tipo de electrodo:

Código	Corriente	Cobertura
EXX10	CC (–) solamente	Orgánica
EXX11	CA ó CC (+)	Orgánica
EXX12	CA ó CC (–)	Rutílica
EXX13	CA ó CC (±)	Rutílica
EXX14	CA ó CC (±)	Rutilo-Hierro 30%
EXX15	CC (–) solamente	Bajo hidrógeno
EXX16	CA ó CC (+)	Bajo hidrógeno
EXX18	CA ó CC (+)	Bajo H_2-Hierro 25%
EXX20	CA ó CC (±)	Alto óxido férrico
EXX24	CA ó CC (±)	Rutilo-Hierro 50%
EXX27	CA ó CC (±)	Mineral-Hierro 50%
EXX28	CA ó CC (+)	Bajo H_2-Hierro 50%

Tabla de amperaje para electrodos:

Valores medio de la Corriente (A)							
Diámetro electrodo (mm)	1,60	2,00	2,50	3,25	4,00	5,00	6,00
Electrodo Ácido	-	-	-	100-150	120-190	170-270	240-380
Electrodo Rutilo	30-55	40-70	50-100	80-130	120-170	150-250	220-370
Electrodo Celulósico	20-45	30-60	40-80	70-120	100-150	140-230	200-300
Electrodo Básico	50-75	60-100	70-120	110-150	140-200	190-260	250-320